

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Bc. Karel Lolek

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Návrh změny metodiky měření emisí vznětových motorů

**Proposal of Methodology Change of Measuring Emissions of
Diesel Engines**

Student:

Bc. Karel Lolek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michal Richtář, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Karel Lolek**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 20 Silniční doprava
Téma: **Návrh změny metodiky měření emisí vznětových motorů**
Proposal of Methodology Change of Measuring Emissions of Diesel Engines

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Stav metodiky v ČR a v některých zemích
3. Tvorba a redukce škodlivých látek výfukových plynů
4. Odhalování neoprávněných zásahů do emisních systémů
5. Tvorba škodlivých emisí při poruše či neoprávněném zásahu do emisních systémů
6. Navržení nového způsobu (změna metodiky) měření emisí při pravidelných kontrolách na základě zjištěných skutečností
7. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Vlk, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno: Vlk. 2001
Matějka, R.: Vozidla silniční dopravy I. Bratislava: ALFA Bratislava, 1990. ISBN 80-7100-074-4
Svoboda, J.: Teorie dopravních prostředků. Praha: ČVUT Praha, 2000. ISBN 80-01-01613-7

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Richtář, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18.05.2015

.....
podpis studenta

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Návrh změny metodiky měření emisí vznětových motorů

Proposal of Methodology Change of Measuring Emissions of Diesel Engines

Student: Bc. Karel Lolek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Richtář, Ph.D.

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18.05.2015

.....

podpis

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

LOLEK, K. *Návrh změny metodiky měření emisí vznětových motorů*. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2015, 101 s. Diplomová práce, vedoucí: Richtář, M.

Diplomová práce se zabývá návrhem změny metodiky měření emisí vznětových motorů při pravidelných kontrolách.

V první části je popsán současný stav metodiky v ČR, na Slovensku a v Německu. Dále je popsána problematika tvorby škodlivých látek výfukových plynů a možnosti při odhalování poruch či neoprávněných zásahů do emisních systémů.

Další část se zabývá experimentálním měřením emisí a jeho vyhodnocením. V poslední části je na základě provedených experimentů a zjištěných skutečností navržena nová metodika měření emisí.

ANNOTATION OF THESIS

LOLEK, K. *Proposal of Methodology Change of Measuring Emissions of Diesel Engines*. Ostrava: Department Institute of traffic, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2015, 101 p. Thesis, head: Richtář, M.

This thesis describes the design changes in the methodology measuring emissions of diesel engines during regular inspections.

The first part describes the current methodology in the Czech Republic, the Slovak Republic and Germany.

Further described is the issue of harmful substances in exhaust gases and the possibilities for the detection of failures or unauthorized modification of emission systems.

Another section deals with experimental measurements of emissions and its evaluation. The last part is based on experiments carried out and the findings suggested a new methodology for measuring emissions.

Obsah

Seznam zkratk	1
Úvod	2
1. Stav metodiky v ČR a v některých zemích	4
1.1 Metodika měření emisí v ČR.....	7
1.1.1 Zařízení pro měření emisí v ČR.....	17
1.2 Metodika měření emisí na Slovensku.....	19
1.2.1 Zařízení pro měření emisí na Slovensku.....	28
1.3 Metodika měření emisí v Německu.....	28
1.3.1 Zařízení pro měření emisí v Německu.....	32
2. Tvorba a redukce škodlivých látek výfukových plynů	32
2.1 Tvorba škodlivých látek výfukových plynů.....	32
2.2 Redukce škodlivých látek ve výfukových plynech.....	37
3. Odhalování neoprávněných zásahů do emisních systémů	44
3.1 Vylepšování výkonových parametrů motoru.....	44
3.2 Zásahy do systémů snižujících škodlivé emise.....	47
4. Tvorba škodlivých emisí při poruše či neoprávněném zásahu do emisních systémů	51
5. Experimentální měření a jejich vyhodnocení	56
5.1 Experiment k posouzení rozpětí hodnot „k“ a „ta“.....	56
5.1.1 Vyhodnocení naměřených hodnot.....	56
5.1.2 Zhodnocení výsledků.....	73
5.2 Experiment k posouzení vlivu času „ta“ na hodnotu „k“.....	74
5.2.1 Vyhodnocení naměřených hodnot.....	75
5.2.2 Zhodnocení výsledků.....	82
6. Navržení nového způsobu (změna metodiky) měření emisí při pravidelných kontrolách na základě zjištěných skutečností	86
6.1 Zjištěné skutečnosti.....	86
6.2 Navržení nového způsobu měření emisí při pravidelných kontrolách.....	88
6.2.1 Shrnutí navržené metodiky.....	95
7. Závěr	99
Seznam použitých podkladů a literatury	101
Přílohy	

Seznam zkratek

ANOVA	Analysis of Variance, analýza rozptylu
CIN	Calibration Identification Number, číslo verze řídicího softwaru
CNG	Compressed Natural Gas, stlačený zemní plyn
CVN	Calibration Verification Number, kontrolní součet řídicího softwaru
CVS	Constant Volume Sampling, vzorkování konstantního objemu
DPF	Diesel Particulate Filter, filtr pevných částic
EGR	Exhaus Gas Recirculation, recirkulace výfukových plynů
EHK	Evropská hospodářská komise
LNG	Liquefied Natural Gas, zkapalněný zemní plyn
LPG	Liquefied Petroleum Gas, zkapalněný ropný plyn
MIL	Malfunction Indication Lamp, kontrolka poruchy
OBD	On Board Diagnostic, systém palubní diagnostiky
PM	Particulate Matter, pevné částice
SCR	Selective Catalytic Reduction, selektivní katalytická redukce
VIN	Vehicle Identification Number, identifikační číslo vozidla

Úvod

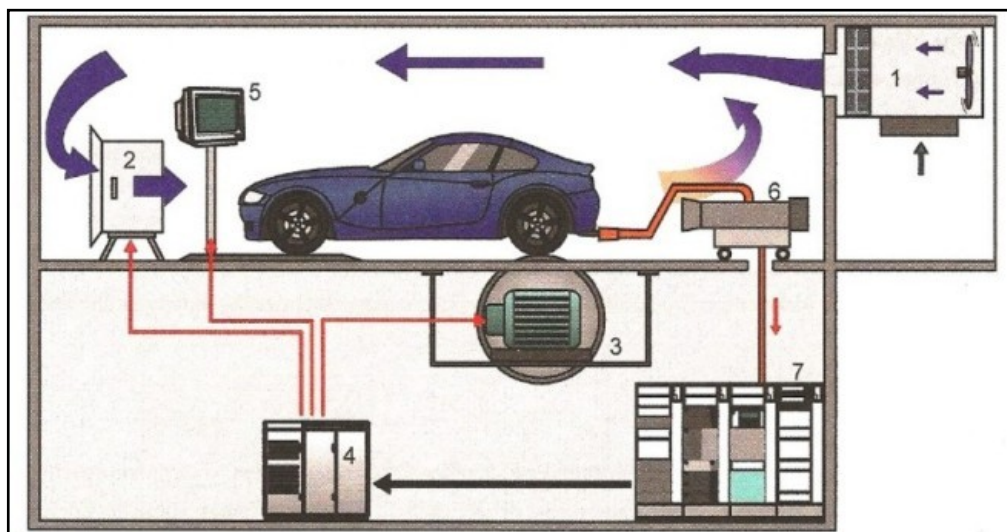
S rozšiřujícím zaváděním spalovacích motorů u dopravních prostředků vznikla postupem času z ekologických důvodů potřeba kontrolovat produkci škodlivých emisí výfukových plynů. Tedy měřit emise škodlivých plynů u vozidel nejen při jejich schvalování do provozu, ale také v pravidelných intervalech během provozu (v celé době životnosti vozidla). U zážehových motorů se v počátku jednalo pouze o měření množství oxidu uhličitého (CO_2) obsaženého ve výfukových plynech. Používal se tedy jednosložkový analyzátor výfukových plynů. Oxid uhličitý původně nebyl považován za škodlivý plyn, ale dle jeho množství ve výfukových plynech se dá do jisté míry posuzovat kvalita spalování a tedy i množství ostatních škodlivých látek. Jakož to přirozený produkt při spalování uhlovodíkových paliv je tedy CO_2 u zážehových motorů hlavní indikátor kvality spalovacího procesu. Čím vyšší je jeho hodnota, tím je spalovací proces dokonalejší. Maximální teoretická hodnota CO_2 ve výfukových plynech je však 14,7 % objemového množství, což vyplývá ze stechiometrického poměru. Stechiometrický poměr určuje, kolik jednotek vzduchu je zapotřebí k dokonalému spálení jedné jednotky daného paliva. U benzínu i nafty platí, že ke spálení jednoho kilogramu tohoto paliva je zapotřebí 14,7 kg vzduchu. Se zvyšujícími nároky na kontrolu spalovacího procesu a se zpřísněním emisních limitů vznikla nutnost používat analyzátory, které jsou schopny měřit i další, tedy již přímo škodlivé složky výfukových plynů. Další generace analyzátorů byla schopna měřit kromě CO_2 i objemové množství oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC) a kyslíku (O_2). Na základě naměření těchto hodnot jsou dále tyto analyzátory schopny vypočítat součinitel přebytku vzduchu λ . Lambda je tedy bezrozměrný koeficient, který vyjadřuje poměr mezi skutečným množstvím nasávaného vzduchu a množstvím vzduchu, který je zapotřebí k dokonalému spálení daného druhu a množství paliva. Zvláště u zážehových motorů je zapotřebí, aby se navzájem tyto hodnoty co nejvíce rovnaly. Úkolem řídicích systémů motorů tedy je, aby se hodnota λ pohybovala co nejbližší hodnotě 1. V praxi se považuje za vyhovující, pokud se λ pohybuje v rozmezí 0,97 – 1,03. V tomto případě se dá předpokládat, že škodlivé složky výfukových plynů jako CO a HC budou na nejnižší úrovni.

U vznětových motorů tomu bylo od počátku poněkud jinak. Analyzátory určené pro zážehové motory, jejichž princip je založen na absorpci infračerveného záření, nejsou vzhledem k odlišným vlastnostem nafty oproti benzínu vhodné. Dále je potřeba si uvědomit, že vznětové motory na rozdíl od zážehových mohou pracovat s velkým

přebytkem vzduchu. Vlastnosti paliva a způsob zapalování umožňuje pracovat vznětovým motorům s velmi chudou směsí. Běžně pracují s přebytkem vzduchu $\lambda = 1,3 - 2,0$ i vyšší. Z toho vyplývá, že je ve spalovacím prostoru dostatek vzdušného kyslíku potřebného k dobrému prohoření paliva a tím také dochází oproti zážehovým motorům k menší produkci oxidu uhelnatého. Množství nespálených uhlovodíků je přibližně stejné jako u zážehových motorů. Co ale produkují za škodliviny vznětové motory oproti zážehovým v daleko větší míře, jsou pevné částice (PM – Particulate Matter) často označované jako saze. Tyto pevné částice pak způsobují zabarvení výfukových plynů do tmavé až černé barvy. A právě na tmavosti výfukových plynů (neboli množství pevných částic) bylo od počátku založeno měření emisí u vznětových motorů. Ve skutečnosti se tedy jedná o měření kouřivosti. První přístroje na měření kouřivosti byly založeny na filtrační metodě. Ta spočívá v tom, že vzorek výfukových plynů se přefiltruje přes bílý filtrační papír a na základě jeho zanesení (zčernání) se posuzuje emisní stav daného motoru. Stupeň zčernání filtračního papíru se určoval na základě subjektivního porovnání se vzorníkem, což nebylo příliš přesné. Novější a modernější vyhodnocování u této metody je založeno na elektronickém měření intenzity odraženého světla. Další metoda měření kouřivosti, která je v současné době využívána u nás i v zahraničí, je založena na měření propustnosti světla daným vzorkem výfukových plynů. Vzorek výfukových plynů, který prochází trubicí dané délky je z jedné strany prosvětlován a na druhé straně je měřena intenzita tohoto světla. Na základě úbytku intenzity daného světla je pak vyhodnocovaná kouřivost daného vozidla. Přestože tyto typy přístrojů na měření kouřivosti prošly za dlouhou dobu používání vývojem a v současné době jde o poměrně přesná měřicí zařízení, je zapotřebí po každém měření provést očištění od usazených sazí. V opačném případě pak dochází ke zkreslování naměřených hodnot nebo mohou být naměřené hodnoty zcela odchýleny od skutečnosti. Přes deklarovanou přesnost těchto měřicích zařízení je zapotřebí si uvědomit, že oproti analyzátorům určených k měření zážehových motorů zde měříme množství pouze jedné škodlivé složky výfukových plynů. Ostatní lze na základě kouřivosti jen hrubě odhadovat, nebo se jejich zvýšená produkce na kouřivosti nijak neprojevuje.

1. Stav metodiky v ČR a v některých zemích

Metodika měření emisí při schvalování typu před uvedením vozidla do provozu, tedy homologační zkouška je poměrně složitá a nákladná procedura a je pro všechny země EU jednotná. Je to podrobná analýza všech důležitých složek výfukových plynů. Provádí se na zařízení, které simuluje zátěž, jež odpovídá reálnému provozu vozidla v daném režimu (obr. 1.1). Hlavní částí tohoto zařízení je tedy válcová brzda s dynamometrem. Na takovou válcovou brzdou je se svou poháněnou nápravou umístěno testované vozidlo. Elektrický generátor, který je s těmito válci spojen je schopen měnit zatížení dle potřeby. Tento generátor musí tedy simulovat zatížení v různých režimech jízdy i setrvačnost vozidla tak, aby co nejvěrněji vystihoval reálné podmínky provozu vozidla jak v městském, tak i v mimoměstském provozu. Dále je takováto válcová brzda schopna měřit a zaznamenávat okamžitý točivý moment a výkon na kolech a také rychlost vozidla.

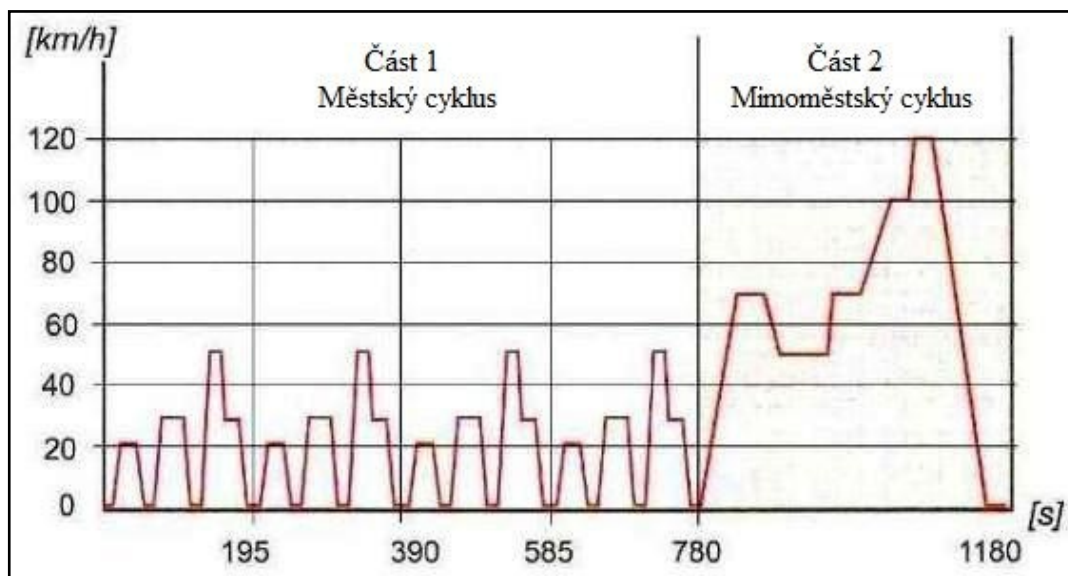


Obr. 1.1: Zařízení pro provádění emisní zkoušky

1. Přívod čerstvého vzduchu (tímto je umožněno místnost dle potřeby vytápět nebo ochlazovat tak, aby byla udržována potřebná teplota), 2. Počítačem řízený proud vzduchu pro chlazení, 3. Válcová brzda s dynamometrem, 4. Hlavní počítač, 5. Monitor pro sledování potřebných parametrů, 6. Soustava k odběru a ředění výfukových plynů, 7. Jímky pro ukládání výfukových plynů a analyzátor výfukových plynů

[Abgasuntersuchung. Bonn: TAK 2011]

Na takovéto válcové brzdě je tedy testované vozidlo provozováno dle přesných režimů, které určuje EHK 83. Jde o jednotný program, v kterém jsou určena přesná časová pásma pro zrychlování vozidla na konkrétní rychlost, pro ustálenou rychlost, pro zpomalování a stání. Celkový jízdní cyklus při zkoušce je zobrazen na obr. 1.2. Celková doba jízdního cyklu trvá 1180 s, z toho městská část trvá 780 s a mimoměstská 400 s. Při zkoušce vozidlo najede pomyslných 11,007 km, průměrná rychlost je 33,6 km/h a maximální rychlost je 120 km/h.



Obr. 1.2: Celkový jízdní cyklus při emisní zkoušce dle EHK 83

Po celou dobu testu jsou výfukové plyny ukládány v jedné nebo více sběrných jímkách. Pro zamezení kondenzace jsou výfukové plyny před ukládáním ředěny okolním vzduchem. Dále je zapotřebí, aby během celého testu soustava čerpadel odebírala výfukové plyny tak, aby se pokud možno co nejméně u koncovky výfuku měnil tlak. Výfukové plyny při odebírání procházejí také přes chladič. Je tedy kontrolována teplota i tlak výfukových plynů. Celá soustava, která odebírá při testu výfukové plyny, musí tedy zaručit co nejvěrnější simulaci procesu jako při běžném provozu, kdy jsou výfukové plyny vypouštěny přímo do ovzduší. Zahájení testu se provádí nejméně po šesti hodinách, kdy vozidlo stálo v klidu (s vypnutým motorem) v prostředí s teplotou od 20 do 30 °C. U normy EURO 1 a EURO 2 se začaly výfukové plyny odebírat po čtyřiceti sekundách, kdy běžel motor na volnoběh. U normy EURO 3 a výše tato doba odpadá a výfukové plyny se odebírají ihned po nastartování studeného motoru, čímž dochází ke zpřísnění pravidel a současně také k přiblížení k reálným podmínkám vozidla v provozu. Po ukončení testování je pak obsah sběrných jímek podrobně analyzován a jednotlivé složky jsou přepočítány a

uváděny v hmotnostních jednotkách na ujetou vzdálenost. Tato testovací metodika je označována zkratkou CVS – Constant Volume Sampling, tedy vzorkování konstantního objemu. Mimo Evropu se používá také v USA a Japonsku, ovšem s jinými průběhy jízdních cyklů.

Analyzované složky výfukových plynů:

- Oxid uhelnatý (CO)
- Oxidy dusíku (NO_x)
- Uhlovodíky (HC)
- Pevné částice (PM – Particulate Matter)
- Oxid uhličitý (CO₂)

Maximální povolené hodnoty škodlivých látek ve výfukových plynech při tomto testu jsou uvedeny v tab. 1.1. Je zde také patrné, jak se postupem času z ekologických důvodů emisní normy zpříšňovaly až na dnešní velmi nízké limity normy EURO 6.

Tab. 1.1: Mezní limity škodlivých složek výfukových plynů u osobních automobilů

**U motorů s přímým vstřikováním*

Veškeré údaje jsou uváděny v mg/km

Norma	Platnost od	CO	HC	NO_x	HC+NO_x	PM
Vznětové motory						
Euro 1	1. července 1992	3160	-	-	1130	180
Euro 2	1. ledna 1996	1000	-	-	700 (900*)	80 (100*)
Euro 3	1. ledna 2000	640	-	500	560	50
Euro 4	1. ledna 2005	500	-	250	300	25
Euro 5	1. září 2009	500	-	180	230	5
Euro 6	1. září 2014	500	-	80	170	5
Zážehové motory						
Euro 1	1. července 1992	3160	-	-	1130	-
Euro 2	1. ledna 1996	2200	-	-	500	-
Euro 3	1. ledna 2000	2300	200	150	-	-
Euro 4	1. ledna 2005	1000	100	80	-	-
Euro 5	1. září 2009	1000	100	60	-	5*
Euro 6	1. září 2014	1000	100	60	-	5*

V případě větších vozidel, tedy vozidel kategorie N2, N3, M2 a M3 se neprovádí měření emisí jako celku na válcové zkušebně, ale pouze na samostatném motoru. V tomto případě je tedy samostatný motor umístěn na brzdou, která opět simuluje vybrané provozní režimy. Limity jsou v takovémto případě uváděny v g/kWh.

Tento způsob měření emisí je tedy důkladný a výsledky jsou velmi podobné jako při provozu vozidla v reálném prostředí. Je to ale zároveň metoda, která je jak časově, tak i finančně značně náročná, a tudíž není vhodná pro pravidelné kontroly vozidla v provozu. Pro tyto účely byla vyvinuta zjednodušená metoda měření emisí, při které vozidlo není zatěžováno brzdou a která spočívá pouze v měření kouřivosti při volné akceleraci. Přestože je základní podstata pravidelného měření emisí vozidel v provozu pro země EU stejná, není podrobná metodika evropskou legislativou určena. Je tedy přirozené, že se podrobné metodiky v jednotlivých zemích EU navzájem více či méně odlišují.

[Papoušek, M.; Štěrba, P.: Diagnostika spalovacích motorů. Brno: Computer Press 2007]

[Abgasuntersuchung. Bonn: TAK 2011]

1.1 Metodika měření emisí v ČR

Metodika pravidelného měření emisí vozidel v provozu je upravena vyhláškou č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. Tento postup vzešel pouze s malými změnami z vyhlášky 103/1995 Sb., o pravidelných technických prohlídkách a měření emisí silničních vozidel. Je tedy již z roku vzniku patrné, že tato metodika nebere v úvahu výrazný technický pokrok jak samotných spalovacích motorů, jejich řízení, zařízení pro následnou úpravu výfukových plynů, tak i diagnostických a měřících zařízení. Přesto měření emisí podle této metodika do jisté míry neustále vypovídá o stavu spalovacího motoru a jeho emisním systému.

Jednotlivé kroky při měření emisí:

- Kontrola palivové, výfukové a sací soustavy.
- Kontrola těsnosti motoru.
- Kontrola ventilového rozvodu.
- Kontrola přídavných zařízení ke snižování škodlivých emisí.
- Kontrola funkce řídicího systému motoru.
- Kontrola seřízení motoru.
- Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot.

Kontrola palivové, výfukové a sací soustavy

Před započítím samotného měření emisí je zapotřebí provést kontrolu palivové, výfukové a sací soustavy. Tato kontrola spočívá především ve vizuální kontrole. Je tedy zapotřebí zkontrolovat, zda jsou systémy úplné, nejsou poškozené, nebyly provedené nějaké neoprávněné zásahy oproti původnímu provedení a zda systémy nevykazují známky netěsnosti. Pokud by tyto podmínky nebyly splněny, není možné přistoupit k samotnému měření. Výsledek měření by v takovém případě mohl být nepřesný anebo zcela zkreslený jak pozitivním, tak i negativním způsobem.

Při netěsnosti palivové soustavy nemusí vždy docházet k ovlivňování emisí výfukových plynů, ale samotným únikem paliva dochází přímo ke znečišťování životního prostředí, nebo při úniku paliva na horké části motoru, může dojít k požáru vozidla. Netěsnost výfukové a sací soustavy se většinou projevuje změnou hlučnosti chodu motoru, zvláště pak při zvýšení otáček motoru je netypický zvuk zřetelnější. U výfukového systému lze také na přístupných místech zjistit netěsnost vizuálně a to tak, že místo netěsnosti je unikajícími výfukovými plyny zbarveno do černa. Jedná se především o spojení dvou součástí, kde dochází k degradaci těsnění nebo samotného spojovacího materiálu. Vznikají ale také praskliny na samotném výfukovém potrubí nebo jeho součástí. Obecně platí: čím menší netěsnosti, tím se obtížněji lokalizují.

Pokud se u těchto systémů jedná o odhalování nějakých neoprávněných zásahů, záleží na tom, jakým způsobem tyto zásahy byly provedeny. Pokud je takový zásah proveden způsobem na první pohled evidentně zjevným, je jeho odhalení méně náročné. Pokud je ale takový zásah proveden precizně a je případně i maskován, je takové odhalování již obtížnější. V každém případě při odhalování neoprávněných zásahů do těchto systémů hraje velkou roli zkušenost a praxe daného mechanika. Takový pracovník, který má dostatečné zkušenosti a znalosti o konkrétní značce a typu vozidla, na první pohled rozezná zjevné anomálie oproti původnímu provedení.

Kontrola těsnosti motoru

Kontrola těsnosti motoru se provádí vizuálně při běžícím motoru. Pokud dochází k úniku provozních kapalin, tedy chladicí kapaliny a mazacího oleje, nedochází sice k ovlivňování naměřených hodnot, ale dochází k přímému znečišťování životního prostředí. Dále je také nutné si uvědomit, že motor při měření pracuje v maximálních otáčkách. Pokud tedy dochází k úniku chladicí kapaliny nebo mazacího oleje, není

zaručeno, že chlazení a mazání motoru bude pracovat správně a spolehlivě. Je zde také reálné nebezpečí vážného poškození motoru.

Kontrola ventilového rozvodu

Dle vyhlášky se před samotným měřením emisí ventilový rozvod a jeho stav kontroluje bez demontáže jakýchkoli částí a v rozsahu, jaký umožňuje jeho konstrukce. V praxi to tedy představuje jen velmi omezené možnosti. Nepřipadá tedy v úvahu vizuální kontrola ventilové vůle, vačkového hřídele ani stavu převodu a jeho vůle, zvláště pak, když je převod řetězový nebo ozubenými koly. Výjimkou může být pouze řemenový převod, a to jen v případě, že není zcela zakrytován anebo je v krytu kontrolní okénko, kterým lze zkontrolovat stav řemene a jeho napnutí. Z praxe je ale známo, že takových motorů je velmi málo. Téměř všechny moderní motory, i ty, které mají řemenový převod rozvodů, jsou důkladně zakrytovány a není ve většině případů ani možné jednoduchým způsobem toto zakrytování odstranit. V takovém případě je možné ventilový rozvod zkontrolovat pouze poslechem.

Při výrazně zvětšené ventilové vůli nebo při nesprávné funkci hydraulických vymezočů ventilové vůle (je-li jimi motor vybaven) se již při volnoběžném chodu z horní části motoru ozývá výrazné cvakání. Naopak malé ventilové vůle, nebo dokonce stav, kdy se některé ventily zcela neuzavřou a dochází tak k netěsnosti ve spalovacím prostoru, zjistit poslechem téměř nelze. Výjimkou může být případ, kdy postupným zmenšováním vůle zůstávají některé ventily pootevřené a píst pak může v horní úvrati na takový ventil narážet. Zde je potřeba zmínit, že vznětové motory jsou téměř výhradně konstruovány tak, že spalovací prostor je tvořen ve dně pístu, hlava válců je pak v oblasti spalovacího prostoru zcela rovná a píst v horní úvrati chodí velmi těsně až k ventilům. Je zde tedy reálné nebezpečí, že pokud zůstane některý ventil pootevřen, může dojít ke kontaktu s pístem. V takovém případě se může z horní části motoru ozývat menší či větší klepání.

U převodu ventilového rozvodu záleží na tom, jaký převod je u konkrétního motoru použit. Pokud jde o převod ozubeným soukolím nebo řetězový převod, projevuje se zvětšené opotřebení a vůle zvýšenou hlučností. Obecně však platí, že převod ozubeným soukolím je nejspolehlivější. U řetězového převodu je nebezpečí vážné poruchy poněkud větší, proto je zapotřebí si zvýšené hlučnosti s oblasti převodu více všimnout. U některých motorů je z praxe známo, že při zvýšeném opotřebení takového převodu dochází k vážným závadám, kdy se motor stává nepojízdným, aniž by to bylo předem avizováno výrazně

zvýšenou hlučností. Aby se tedy předešlo takovým haváriím motorů, jsou doporučeny po konkrétním kilometrickém proběhu preventivní výměny těchto převodů. U řemenového převodu, který je považován za nejméně hlučný, nelze zvýšené opotřebení nebo nedostatečné napnutí poslechem vůbec zjišťovat. Proto je i zde po určitém kilometrickém proběhu doporučena preventivní výměna. Zda byly tyto preventivní zásahy provedeny, je před samotným měřením emisí z důvodu možné havárie motoru nutné kontrolovat. A to ze servisních záznamů nebo přímo od provozovatele vozidla. Případ, kdy se z řemenového převodu může ozývat zvýšená hlučnost, je při příliš velkém napnutí řemene. V takovém případě se můžou z převodu ozývat šustivé anebo pískavé zvuky. Dále se může z řemenového převodu ozývat zvýšená hlučnost opotřebovaných ložisek napínacích a vodících kladek a případně i přídavných agregátů, které jsou rozvodovým řemenem poháněny (např. čerpadlo chladicí kapaliny). Veškeré tyto zvuky nelze podceňovat, protože představují potencionální hrozbu poškození celého motoru, zejména při měření emisí, kdy se motor pohybuje v maximálních otáčkách.

Kontrola přídavných zařízení ke snižování škodlivých emisí

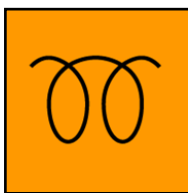
Dle vyhlášky je nutné kontrolovat stav a případně i funkci přídavných zařízení ke snižování škodlivých emisí pouze u neřízených systémů. U řízených systémů je tato kontrola obsažena v části kontrola funkce řídicího systému motoru. Vzhledem k tomu, že se jedná o neřízené systémy, týká se tato kontrola ve většině případů pouze vozidel, která byla vyrobena před rokem 1993. V té době se jako přídavná zařízení ke snižování škodlivých emisí používaly pouze jednoduché systémy recirkulace spalín (EGR ventily) a u některých vozidel také oxidační katalyzátory. U recirkulace spalín se kontroluje samotný EGR ventil, tedy jeho těsnost a ovládání. Vnější těsnost se kontroluje podobně jako u výfukového systému. Ovládání je u těchto systémů řešeno podtlakem a elektricky. Kontroluje se tedy, zda EGR ventil není odpojen a stav ovládacího vedení. Tedy elektrické kabely a podtlakové hadičky. Právě podtlakové hadičky vlivem velkých teplotních rozdílů rychleji degradují a vznikají v nich malé či větší praskliny. Takovými netěsnostmi uniká s ovládacího systému podtlak a EGR ventil neplní správně svoji funkci. Přesto, zjistit zda EGR ventil správně funguje, tedy zda na něm není mechanická závada, která zamezuje správnému pohybu ventilu, není většinou bez demontáže možné. Taková kontrola však není při pravidelném měření emisí přípustná. A tak závady, kdy je sedlo ventilu zaneseno karbonem a nedostatečně těsní anebo je ventil nepohyblivý (zadřený), tedy zůstává neustále otevřen nebo je trvale uzavřen, nejsou při této kontrole odhaleny. Pokud jde o oxidační katalyzátor, není zde příliš možností k provádění jeho kontroly. Funkci

oxidačního katalyzátoru není v tomto případě vůbec možné zkontrolovat. Lze tedy zkontrolovat pouze jeho vnější stav a těsnost, a to stejným způsobem jako výfukové potrubí.

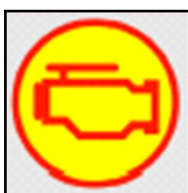
Kontrola funkce řídicího systému motoru

Tato kontrola se naopak provádí pouze u elektronicky řízených systémů. Jedná se tedy o motory, které mají svojí řídicí jednotku. Tato řídicí jednotka kromě toho, že má za úkol řídit chod motoru a případně chod přídavných emisních systémů, je také určena k tomu, aby byla schopna zkontrolovat svoji vlastní činnost, činnost snímačů a akčních členů, které se podílejí na chodu motoru a případně systémů pro následnou úpravu výfukových plynů. Vzhledem k vývoji a dlouhodobě zpříšňujícím emisním limitům v EU se v současné době jedná o převážnou většinu všech vozidel v provozu. Dá se tedy předpokládat, že vzhledem k obnovování vozového parku budou časem vozidla s neřízeným emisním systémem v provozu téměř výjimkou.

Tuto kontrolu provádíme napojením řídicí jednotky motoru pomocí diagnostické zásuvky a propojovacího kabelu na diagnostický přístroj, kterým vyčteme paměť závad. Pokud je paměť závad prázdná, postoupíme k dalšímu kroku. Pokud je zaznamenaná závada, je zapotřebí rozlišit, zda jde o závadu sporadickou nebo statickou (tuto informaci nám poskytuje diagnostický přístroj). Jedná-li se o závadu sporadickou, znamená to, že závada v současné době není (vyskytla se někdy v minulosti) a lze ji vymazat z paměti závad. Po vymazání pro kontrolu nastartujeme motor, necháme chvíli běžet v různých režimech a provedeme opětovné vyčtení paměti závad, zda se závada nezapiše znovu. Jde-li o závadu statickou (v současné době trvá a nelze ji vymazat), není možné pokračovat v měření emisí. Je zapotřebí nejprve závadu bezpečně identifikovat a lokalizovat a poté odstranit. Pokud by se provádělo měření emisí se statickou závadou, mohlo by být měření ovlivněné. Mimo to, že jsou případné závady zapsány v chybovém hlášení řídicí jednotky, jsou také přímo obsluze vozidla signalizovány kontrolkou na přístrojové desce. Vždy jde o oranžovou kontrolku. Nejčastěji se používá kontrolka se symbolem žhavení (obr. 1.3) a kontrolka se symbolem obrysu motoru (obr. 1.4). Kontrolka se symbolem žhavení signalizuje před nastartováním motoru funkci žhavení a při běžícím motoru signalizuje závadu na řídicím systému. Kontrolka se symbolem obrysu motoru je také často označována jako kontrolka MIL (Malfunction Indication Lamp).



Obr. 1.3: Signalizační kontrolka žhavení



Obr. 1.4: Signalizační kontrolka řídicího systému motoru

Ne vždy je vlastní diagnostický systém u motorových řídicích jednotek dokonalý. Z praxe bylo při experimentech zjištěno, že ne vždy (zvláště pak u starších vozidel) dochází při poruše k zaznamenání závady. (Poznámka: Simulace závad se provádí tím způsobem, že odpojujeme jednotlivé snímače, případně akční členy a poté zapneme zapalování a pokud je to možné, nastartujeme motor a necháme ho chvíli běžet v různých režimech. Poté znovu vyčteme řídicí jednotku, zda u konkrétního odpojeného členu došlo k zaznamenání závady.) Tím že nedochází při některé poruše k zaznamenání závady, je způsobeno nedokonalostí a jednoduchostí vlastního diagnostického systému řídicí jednotky nebo faktem, že při dané poruše nedochází k významnému zhoršení produkce škodlivých emisí. Proto je v této části důležité alespoň vizuálně zkontrolovat, zda nejsou některé snímače nebo akční členy odpojeny.

Kontrola seřízení motoru

Tato kontrola se provádí při zahřátém motoru na provozní teplotu (dle údajů výrobce, obvykle však minimálně 80°C). Jedná se pouze o kontrolu volnoběžných otáček, pravidelnosti chodu motoru při volnoběžných otáčkách (kolísání) a také se provádí kontrola maximálních otáček, čímž je kontrolována funkce a nastavení omezovače. Kontrola je prováděna již při napojení vozidla na zařízení pro měření emisí, jehož součástí je i snímač otáček motoru. Volnoběžné otáčky jsou přístrojem sledovány po dobu patnácti sekund, pokud jsou ve stanovených mezích a nedochází k výraznému kolísání, postupuje

se k měření maximálních otáček. To se provádí pomalým stlačováním plynového pedálu až do maxima a současném sledování narůstání otáček. Nárůst otáček by měl být plynulý a při plném sešlápnutí plynového pedálu by měly být otáčky v daném rozmezí a neměly by oscilovat. Pokud jsou některé hodnoty mimo stanovené meze, které udává výrobce vozidla, jedná se o závadu a je potřeba ji nejdříve odstranit. U starších motorů s klasickými vstřikovacími čerpadly lze většinou jak volnoběžné, tak maximální otáčky poměrně jednoduše seřizovat přímo na vstřikovacím čerpadle. Tyto seřizovací šrouby jsou ale nastaveny a zaplombovány již při seřizování samotného čerpadla na specializovaném pracovišti a není proto povoleno toto nastavení měnit. U moderních motorů nelze v podstatě v rámci servisní sítě nic seřizovat. Vše je nastaveno ve výrobě v téměř laboratorních podmínkách. Přesto existují případy, kdy jsou neoprávněnými zásahy do řídicího systému zvýšeny maximální otáčky motoru. Pokud je při kontrole zjištěno překročení maximálních povolených otáček, je z důvodu nebezpečí poškození motoru samotným zařízením pro měření emisí zablokován další postup a měření emisí je zhodnoceno jako nevyhovující.

Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot

Kouřivost motoru se vyjadřuje součinitelem absorpce světla „ k “ a udává se v $[m^{-1}]$. Jedná se o pokles intenzity světelného paprsku, který prochází sloupcem výfukových spalín o délce 1 metr. Někdy se také kouřivost vyjadřuje opacitou v procentech. Jde o procentuální vyjádření pohlcení světla prostupujícího daným sloupcem výfukových spalín. Převod mezi jednotlivými jednotkami je vyjádřen v tab. 1.2.

Tab. 1.2: Převod mezi součinitelem absorpce „ k “ a opacitou

$k [m^{-1}]$	0	0,25	0,52	0,83	1,19	1,61	2,13	2,80	3,74	5,35	∞
Opacita [%]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Samotné měření emisí vznětových motorů spočívá v měření „ k “ metodou volné akcelerace a porovnáním s hodnotami stanovenými výrobcem vozidla. Pokud výrobce hodnoty neudává, platí hodnoty uvedené v příloze č. 1 vyhlášky č. 302/2001 Sb. U vozidel, vyrobených do 31.12.1980 nesmí hodnota „ k “ překročit hodnotu $4 m^{-1}$. U vozidel, vyrobených po 1.1.1981 maximální povolenou hodnotu „ k “ vypočítáme jako součet hodnoty korigovaného součinitele absorpce stanoveného pro konkrétní typ vozidla při jeho

homologační zkoušky a hodnoty $0,5 \text{ m}^{-1}$. Hodnota korigovaného součinitele absorpce je uvedena na štítku vozidla, v technické dokumentaci k vozidlu a v technickém průkazu vozidla.

Při vlastním měření je zapotřebí přesně dodržovat instrukce, které udává software měřicího zařízení. Nejprve však musíme na motor napojit snímač otáček a snímač teploty. Pro měření otáček se v současné době nejčastěji využívá vibračně-hlukový analyzátor nebo analyzátor napětí palubní sítě. V případě vibračně-hlukového analyzátor se připojuje magnetický snímač nejlépe na hlavu nebo blok motoru nebo jejich součásti, které jsou s nimi pevně spojeny. Na základě analyzování spektra vibrací a hluku jsou pak určovány otáčky. V případě využití analyzátoru napětí palubní sítě se analyzátor připojí k palubní síti vozidla. Je zde využíváno nerovnoměrnosti chodu motoru a tedy i nerovnoměrnosti chodu alternátoru, který tím způsobuje zvlnění napětí palubní sítě. Na základě tohoto zvlnění jsou pak určovány otáčky motoru. U tohoto analyzátoru otáček je vždy zapotřebí nastavit příslušný počet válců motoru a zapnout co nejvíce elektrických spotřebičů. Pro snímání teploty se nejčastěji využívá termistor, jehož čidlo se vkládá do olejové náplně motoru místo měrky. U moderních emisních měřicích zařízení a vozidel, jejichž řídicí systém je vybaven systémem palubní diagnostiky OBD (On Board Diagnostic) se informace o otáčkách a teplotě motoru dají získávat přímo z řídicí jednotky pomocí propojení přes diagnostickou zásuvku. Takové napojení je pak v praxi velice jednoduché a rychlé a současně je u snímaných hodnot zaručena vysoká přesnost. Po připojení snímače otáček a teploty motoru umístíme k vyústění výfukového potrubí odsávání s dostatečným výkonem a poté nastartujeme motor. Následuje tedy kontrola teploty motoru a kontrola volnoběžných a maximálních otáček, která byla popsána již v části „kontrola seřízení motoru“. Dále následuje krok „kalibrace opacimetru“, přičemž nesmí být odběrová sonda zasunuta ve výfuku (opacimetr musí nasávat čistý vzduch) a přístroj se tak nastaví na nulovou hodnotu kouřivosti. Následně vložíme odběrovou sondu do koncovky výfuku a rychle a plynule sešlápneme plynový pedál do maxima, držíme ho sešlápnutý a čekáme, až se motor roztočí na již ověřené maximální otáčky. V tomto stavu motor podržíme po určitou dobu a poté zcela uvolníme plynový pedál a necháme otáčky motoru klesnout opět na volnoběžné. (Poznámka: Doba, po kterou může motor běžet v maximálních otáčkách, je určena výrobcem vozidla, většinou je to maximálně 2 s.) Ve volnoběžných otáčkách necháme motor běžet 15 s a poté opět akcelerujeme na maximální otáčky. Celkově provedeme nejméně 5 akcelerací, přičemž mezi každou je pauza 15 s, během které musí motor běžet ve stabilizovaných volnoběžných otáčkách. Při první akceleraci nedochází

k zaznamenávání hodnoty součinitele absorpce. Tato akcelerace je nazývána jako proplachová a slouží k tomu, aby před samotným měřením došlo rychlým proudem spalin k propláchnutí od usazených sazí jak výfukového systému vozidla, tak odběrového a měřicího zařízení. U následujících čtyř akcelerací je měřen průběh „k“ v závislosti na otáčkách a při každé akceleraci je zaznamenána ta největší hodnota. Z těchto čtyř hodnot vypočítáme aritmetický průměr. Tato průměrná hodnota „k“ nesmí překročit stanovenou hodnotu a současně mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou (tak zvané rozpětí) nesmí být větší rozdíl než $0,25 \text{ m}^{-1}$. Pokud tomu tak, není možné opakovat měření (přidat další akceleraci). Vždy jsou ale započítávány pouze hodnoty z posledních čtyř akcelerací. Počet akcelerací není nijak omezen, ale pokud není z průběhu měření patrné, že jednotlivé hodnoty „k“ nemají tendenci se stabilizovat na určité povolené úrovni, není vhodné, aby se nadále v měření pokračovalo. Mimo to, že jsou při měření zaznamenávány volnoběžné otáčky, maximální otáčky a hodnoty „k“, je také zaznamenáván čas „ta“, za který motor dosáhne maximálních otáček. Příklad výsledků z měření je uveden v tab. 1.3. V případě, že je u tohoto vozidla povolená hodnota „k“, například $1,2 \text{ m}^{-1}$, jde o kladný výsledek. Jak průměrná hodnota „k“, tak její rozptyl je oproti povoleným hodnotám velice nízký.

Tab. 1.3: Příklad naměřených hodnot při měření emisí

Akcelerace č.	n volnoběžné [min ⁻¹]	n maximální [min ⁻¹]	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	810	4680	1,24	0,43
2	810	4690	1,14	0,38
3	810	4700	1,16	0,36
4	810	4690	1,15	0,35
Průměr			1,17	0,38
Rozpětí			0,10	0,08

Veškeré údaje uvedené v tab. 1.3 však v protokolu o měření emisí uvedené nejsou. Na protokolu je uvedena pouze naměřená průměrná hodnota součinitele absorpce a její rozptyl (obr. 1.5).

Pokud jsou dodrženy veškeré postupy, výsledek z takového měření do jisté míry vypovídá o emisním, a tedy i o technickém stavu motoru a kvalitě spalování paliva. Je

Autocentrum Zábřeh, s.r.o.

SME č.

58.09.14

Telefon: 583499495

Fax: 583499496

Lesnická 2179/2a, 789 13 Zábřeh

PROTOKOL č. 627/11N
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla:	VOLKSWAGEN	Druh vozidla:	Osobní
Typ vozidla:	GOLF	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru :	ATD	Registrační značka:	1M5 9229
Výrobní č. mot.:		Rok výroby(1.registrace)	2003
Stav počítáče ujeté vzdálenosti:	250650 km	Druh paliva:	NM
Typ emisního systému:	Řízený		

Provozovatel vozidla(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy) Bez závad

Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou Bez závad

Otáčky [min -1]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	860 - 940	900
Maximální	4800 - 5200	4840

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m -1]		0,80
Hodnota kouřivosti[m-1]	dovolená	1,30
	naměřená	0,21
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m-1]	dovolená	0,25
	naměřená	0,07

Použitý kouřoměr (výrobce,typ) : Atal 605,Atal

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

ne

Vozidlo z hlediska měření emisí **vyhovuje**
Příští měření emisí v termínu **do 04.05.2013**
Měření emisí provedl **Lolek Karel**

Číslo osvědčení o ME: **EDB 098768**
Kontrolní nálepka **byla přidělena**
,osvědčení ev. č. **BN A 1655**

Datum provedení měření emisí:**04.05.2011**

Za správnost:

razítko

podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP Vozidla

Zpracováno programem firmy TEAS Zlín

16

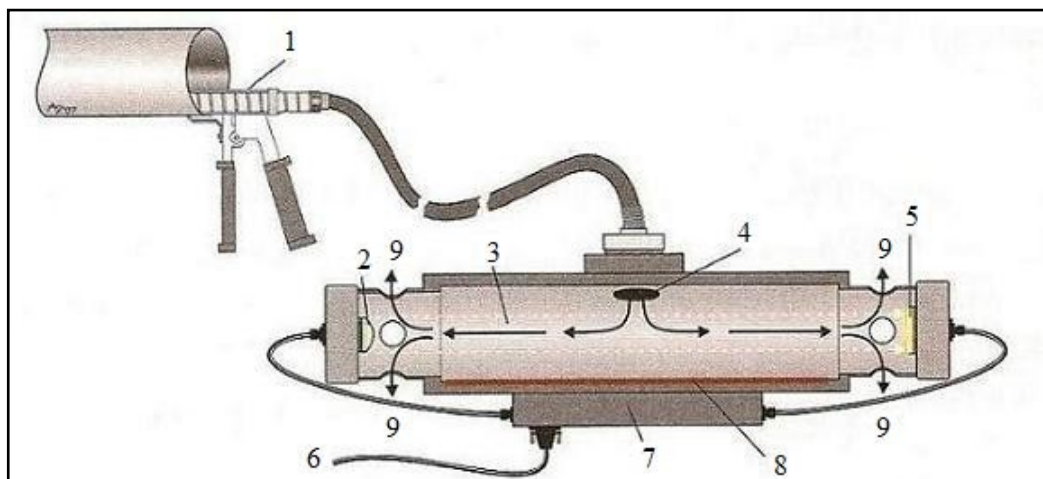
1.1.1 Zařízení pro měření emisí v ČR

K pravidelnému měření emisí se v ČR nejčastěji využívají multifunkční zařízení, kterými lze měřit emise všech vozidel, která jsou vybavena zážehovým nebo vznětovým motorem. Příklad takového zařízení je na obr. 1.6. Takovéto multifunkční stanice tedy obsahují analyzátor výfukových plynů pro měření emisí zážehových motorů, opacimetr (kouřoměr) pro měření emisí vznětových motorů, zařízení pro snímání otáček a teploty motoru, zařízení pro komunikaci s řídicími jednotkami motorů a počítač s potřebným softwarovým vybavením, které zajišťuje funkci a komunikaci mezi jednotlivými částmi a také zajišťuje zpracovávání naměřených hodnot a tvorbu konečného protokolu o měření emisí.



Obr. 1.6: Multifunkční zařízení k měření emisí ACTIGAS od firmy ATAL

Pro měření emisí vznětových motorů je hlavní částí opacimetr neboli kouřoměr (obr. 1.7). Pomocí odběrové sondy s hadicí jsou do měřicí komory neustále vháněny výfukové zplodiny. Takto naplněná měřicí komora výfukovými zplodinami je z jedné strany prosvětlována světelným zdrojem přesně známé intenzity a na druhé straně je intenzita prostoupeného světla pomocí snímače měřena. Na základě úbytku intenzity světla, tedy rozdílu mezi intenzitou světla vyzařovaného a přijímaného, je pak vyjadřovaná kouřivost motoru. Pokud tedy není mezi intenzitou vyzařovaného a přijímaného světla žádný rozdíl, je opacita 0 %. Pokud naopak na snímači světla není zaznamenána žádná intenzita (veškeré světlo je pohlceno výfukovými zplodinami), je opacita 100 % (viz tab. 1.2). Výfukové zplodiny jsou do měřicí komory vháněny uprostřed a na obou koncích jsou z komory opět vyvedeny. Tím je tedy v měřicí komoře zajištěna rychlá výměna výfukových zplodin a současně je zajištěno, že opacita výfukových zplodin je měřena v daném reálném okamžiku. Což znamená, že opacimetr pružně reaguje na změnu kouřivosti motoru při změně otáček. Aby nedocházelo v měřicí komoře ke kondenzování výfukových plynů, je opatřena elektrickým vyhříváním. Pro přesnost měření je také důležité udržovat opacimetr v čistotě. Při měření totiž dochází k ulpívání pevných částic na zdroji i na snímači světla, což zkresluje naměřené hodnoty. Je proto nutné před každým měřením provést očištění jak zdroje světla, tak i jeho snímače.



Obr. 1.7: Konstrukce a princip opacimetru

1. Odběrová sonda s hadicí, 2. Zdroj světla, 3. Měřicí komora, 4. Vstup plynů, 5. Snímač světla, 6. Propojení s počítačem, 7. Měřicí elektronika, 8. Elektrické vyhřívání měřicí komory, 9. Výstup plynů

[Abgasuntersuchung. Bonn: TAK 2011]

Tab. 1.4: Technické údaje opacimetru AT 605 společnosti ATAL

^{*)} v rozsahu 0,0 – 2,5 m⁻¹, ^{**)} v rozsahu 2,5 – 4,0 m⁻¹

Měřený parametr	Rozsah	Rozlišení	Chyba měření
Absorpční koeficient (k)	0 - ∞ m ⁻¹	0,01 m ⁻¹	±0,15 m ^{-1*} ; ±0,30 m ^{-1**})
Opacita (N)	0 – 100 %	0,1 %	±2 % absolutní
Teplota oleje	0 – 150 °C	1 °C	±2 °C
Otáčky	400 – 9999 min ⁻¹	10 min ⁻¹	±20 min ⁻¹
Doba akcelerace	0 – 99,99 s	0,1 s	±0,2 s
Akcelerační měření dle EHK č. 24, příloha č.8			

Příkon vzorkovací jednotky	230 V AC +10 % / -15 %; 0,78 A, 50/60 Hz
Teplota měřicí kyvety	75 °C ±1 °C
Efektivní délka kyvety	364 mm
Doba náběhu	15 min při 20 °C
Provozní teplota	+5 až +40 °C
Provozní vlhkost	0 až 95 % nesrážlivá
Skladovací teplota	-32 až 50 °C
Komunikační rozhraní	USB 2.0

[údaje výrobce zařízení]

1.2 Metodika měření emisí na Slovensku

Metodika pravidelného měření emisí vozidel na Slovensku je určena metodickým pokynem č. 30/2014 ministerstva dopravy, výstavby a regionálního rozvoje Slovenské republiky, sekce silniční dopravy a pozemních komunikací. Jedná se o podrobný dokument, který důkladně popisuje jednotlivé kroky při měření a současně také reaguje na nejmodernější technologie používané v automobilové technice. Metodika se liší v důsledku toho, jaký je u daného vozidla použitý emisní systém. Metodika rozlišuje tři emisní systémy.

- BKAT – nezdokonalený emisní systém
- NKAT – zdokonalený emisní systém
- NKAT OBD – zdokonalený emisní systém s OBD

Emisní systém BKAT je nezdokonalený emisní systém vznětového motoru, jehož výfuková soustava není vybavena zařízením na dodatečné snižování škodlivých emisí.

Emisní systém NKAT je zdokonalený emisní systém vznětového motoru, jehož výfuková soustava je vybavena zařízením na dodatečné snižování škodlivých emisí. Jedná se zejména o oxidační katalyzátor, SCR katalyzátor a filtr pevných částic.

Emisní systém NKAT OBD je shodný s emisním systémem NKAT, který je ale navíc vybaven systémem palubní diagnostiky OBD. Za vozidla s emisním systémem NKAT OBD se automaticky považují vozidla kategorie M1 a N1, která byla uvedena do provozu po 31. prosinci 2007.

Jednotlivé kroky při měření emisí:

- Kontrola sací soustavy.
- Kontrola palivové soustavy.
- Kontrola elektrické soustavy.
- Spuštění motoru, kontrola elektrických indikátorů a u emisních systémů NKAT OBD kontrola pomocí systému OBD.
- Kontrola výfukové soustavy.
- Kontrola plynové palivové soustavy.
- Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot.

Kontroly jednotlivých systémů před samotným měřením emisí se ve většině případů provádějí pouze vizuálně. Pokud výrobce vozidla neurčí jinak, vizuální kontrola se provádí bez demontáže jednotlivých částí a krytů motoru. Vizuální kontrola je zaměřená především na kontrolu správného stavu, úplnosti, funkčnosti, těsnosti systémů, komponentů a samostatných technických celků, které ovlivňují tvorbu škodlivých látek ve výfukových plynech. Během vizuální kontroly nesmí být zjištěn viditelný únik mazacího oleje, chladicí kapaliny ani paliva. Pokud jsou při kontrole zjištěny nějaké závady, nebo jsou pochybnosti o dobrém technickém stavu motoru (například nízká hladina oleje, neznámý termín výměny rozvodového převodu), nebo se při chodu motoru vyskytují projevy svědčící o špatném mechanickém stavu motoru (například nestandardní zvuky nebo vibrace), není možné přistoupit k samotnému měření emisí a vozidlo je z hlediska emisní kontroly vyhodnoceno jako nezpůsobilé.

Kontrola sací soustavy

Zkontroluje se přívod a filtrace nasávaného vzduchu, těsnost a upevnění tělesa vzduchového filtru, těsnost propojovacích prvků sací soustavy, neporušenost přeplňovacího zařízení, pokud je jím vozidlo vybavené a také celistvost a neporušenost sacího potrubí. Dále se kontroluje těsnost a neporušenost odvětrání klikové skříně a veškerých vedení k prvkům a samostatným technickým celkům, které využívají pro svoji činnost podtlak.

Kontrola palivové soustavy

V motorovém prostoru se zkontrolují části palivové soustavy včetně regulátoru dávky paliva. Palivová soustava musí být těsná, bez zjevného poškození, potrubí a hadice musí být určené pro ropné produkty, nesmí být popraskané a veškeré spoje musí být těsné a zajištěné proti uvolnění. Pokud je zjištěn náznak úniku paliva, zkontroluje se těsnost ještě při spuštění motoru. Pokud je mezi plynovým pedálem a vstřikovacím zařízením mechanická vazba, zkontroluje se, zda při plném sešlápnutí plynového pedálu je regulační prvek dávky paliva v poloze maximální dodávky paliva.

Kontrola elektrické soustavy

V motorovém prostoru se zkontroluje úplnost, funkčnost, neporušenost a umístění elektrické instalace včetně připojení akumulátoru. Elektrická instalace musí mít v pořádku izolaci, musí být správně upevněná a umístěná tak, aby nemohlo docházet k poškození izolace ostrými hranami, horkými a rotujícími částmi motoru. Propojovací prvky a kontakty musí být pevně bez zbytečných nepřiměřených vůlí spojeny.

Spuštění motoru, kontrola elektrických indikátorů a u emisních systémů NKAT OBD kontrola pomocí systému OBD

Zapne se zapalování a kontroluje se funkce indikátorů dobíjení, mazání, množství paliva, žhavení a indikátoru elektronických poruch motoru, pokud je jimi vozidlo vybavené. U vozidel s emisním systémem NKAT OBD se připojí komunikační zařízení k OBD prostřednictvím diagnostického rozhraní a naváže se spojení. Následně se pomocí tohoto spojení provede kontrola funkce kontrolky MIL a kontrola paměti závad. Pokud se v paměti vyskytují závady s kódy typu „P0XXX“, tak se v emisní kontrole dále nepokračuje, pokud se jedná o závady s jinými kódy než „P0XXX“, tak se neberou v potaz a v emisní kontrole se pokračuje. Dále se pomocí OBD zjistí VIN (Vehicle Identification Number – identifikační číslo vozidla), CIN (Calibration Identification Number – číslo verze řídicího softwaru) a CVN (Calibration Verification Number – kontrolní součet

řídícího softwaru). Zjištěné elektronické VIN by se mělo shodovat s VIN vyraženým na vozidle. Pokud tomu tak není, nesoulad se zaznamená a v emisní kontrole se pokračuje. Pokud nelze komunikačním zařízením načíst VIN, CIN ani CVN, opět to není překážka k dalšímu postupu při emisní kontrole. Dále se také komunikačním zařízením ze systému OBD vyčte Readinesscode, neboli kód připravenosti. Jedná se o dvanáctimístný kód složený s číslic „1“ a „0“, který vypovídá o kontrole jednotlivých částí a zařízení, která mají vliv na tvorbu emisí. Jednotlivé pozice v tomto kódu tedy představují jednotlivé části nebo zařízení, která jsou průběžně testována. Pokud je na konkrétní pozici „0“, znamená to, že na daném zařízení byla kontrola úspěšně ukončena, pokud je zde „1“, informuje to o tom, že na daném zařízení test doposud neproběhl. Po těchto procedurách se motor nastartuje standardním způsobem. Není možné při startování motoru používat jiné zdroje energie. Po spuštění motoru nesmí dojít k signalizaci nízkého tlaku v mazací soustavě motoru, k signalizaci závady na dobíjení a k signalizaci poruchy v elektronickém systému motoru, pokud je takovými indikátory vozidlo vybavené. U systémů NKAT OBD nesmí docházet k signalizaci poruchy v elektronickém systému motoru prostřednictvím kontrolky MIL. Po nastartování musí mít motor rovnoměrné a ustálené otáčky. Je nepřipustné, aby volnoběžné otáčky kolísaly nebo měly trhavý charakter. Po nastartování také nesmí motor vydávat nestandardní zvuky, jako například kovové klepání.

Kontrola výfukové soustavy

Výfuková soustava musí být úplná a dostatečně těsná. Kontroluje se vizuální prohlídkou a poslechem při volnoběžných otáčkách. Těsnost se prověřuje vykonáním tlakové zkoušky. Tlaková zkouška se provádí tak, že se při volnoběžných otáčkách ucpé výfukové vyústění a poslechem se sleduje těsnost výfukové soustavy. Pokud je soustava těsná, dochází k rychlému narůstání tlaku a nejsou slyšet syčivé zvuky charakteristické pro případné netěsnosti. Tlakovou zkoušku je zapotřebí provádět tak, aby nedošlo k příliš velkému nárůstu tlaku ve výfukové soustavě a tím k možnosti jejího poškození. Pokud má vozidlo více výfukových vyústění, je zapotřebí při tlakové zkoušce ucpat všechny. Pokud to řešení výfukové soustavy umožňuje, a má-li být jimi vozidlo vybaveno, zkontroluje se přítomnost oxidačního katalyzátoru, SCR katalyzátoru, filtru pevných částic a systému recirkulace výfukových plynů.

Kontrola plynové palivové soustavy

Vizuální kontrola plynové palivové soustavy se provádí pouze u vozidel, která jsou vybavena duálním pohonem. V tomto případě se uvažuje o LPG (Liquefied Petroleum Gas, zkapalněný ropný plyn), LNG (Liquefied Natural Gas, zkapalněný zemní plyn) a CNG (Compressed Natural Gas, stlačený zemní plyn).

Pomocí přenosného zařízení na detekování úniku plynů se provede kontrola těsnosti plynové palivové soustavy. Při spuštění motoru na plynné palivo se kontroluje těsnost plnicího ventilu, plynotěsné nádoby, palivového vedení, zplynovače a vstřikovačů. Pokud se zjistí netěsnost plynové palivové soustavy, nebo dojde k unikání plynu během emisní kontroly, kontrola se ukončí, motor se okamžitě vypne a vozidlo se z prostoru pro emisní kontrolu vytlačí. Je také zapotřebí zkontrolovat palivové potrubí a hadice z hlediska montáže. Musí být homologované pro plynné palivo, nesmí být poškozené, musí být zajištěné proti uvolnění, nesmí být vedené přes ostré hrany, v blízkosti horkých a rotujících částí vozidla.

Chladicí soustava vozidla vybaveného zkapalněným plynným palivem musí být těsná a hladina chladicí kapaliny nesmí být na hranici minimálního množství.

Dále je také zapotřebí zkontrolovat elektrickou instalaci plynového zařízení, zejména její úplnost, funkčnost a neporušenost. Elektrická instalace musí být umístěná tak, aby nedocházelo k poškození izolace ostrými hranami, horkými a rotujícími částmi vozidla. Ověří se příslušné části elektrického vedení, přístupné výkonové prvky a snímače a také přítomnost a dostupnost samostatné elektrické pojistky plynového zařízení.

Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot

Základní princip měření kouřivosti a jeho vyhodnocování je stejný jako v kapitole 1.1, proto zde budou popisovány pouze odlišné části. Hlavní rozdíl je ve stanovování hodnot kontrolovaných parametrů. Ty se odvíjejí od údajů stanovených výrobcem vozidla. Pokud výrobce hodnoty neudává, platí hodnoty uvedené v článku 11 metodického pokynu č. 30/2014 ministerstva dopravy, výstavby a regionálního rozvoje Slovenské republiky.

Pokud výrobce neudává minimální teplotu motoru, je minimální teplota oleje měřená v místě uložení kontrolní měrky, nebo teplota chladicí kapaliny odčítaná prostřednictvím systému OBD určena na 80 °C. Pro vozidla kategorie M2, M3, N2, N3 a T se teplota nestanovuje. Rozmezí volnoběžných otáček se stanoví odečtením hodnoty 50 min⁻¹ od dolní hranice a přičtením 50 min⁻¹ k horní hranici rozmezí určeného výrobcem. Pokud

výrobce udává pouze minimální hodnotu volnoběžných otáček, stanoví se dolní hranice odečtením hodnoty 50 min^{-1} od těchto minimálních otáček a horní hranice na hodnotu 1000 min^{-1} . Pokud výrobce udává pouze maximální hodnotu volnoběžných otáček, stanoví se horní hranice přičtením 50 min^{-1} k těmto otáčkám a dolní hranice se stanoví tak, aby byly nižší, než jsou reálné volnoběžné otáčky. Pokud výrobce volnoběžné otáčky neudává, stanoví se horní hranice na hodnotu 1000 min^{-1} a dolní hranice tak, aby byly nižší, než jsou reálné volnoběžné otáčky. U maximálních otáček je spodní hranice rovna otáčkám při maximálním výkonu motoru udávaným výrobcem vozidla a horní hranice je určena maximálními otáčkami (omezeny regulátorem) udávané výrobce, které jsou navýšeny o hodnotu 150 min^{-1} . Pokud výrobce hodnotu maximálních otáček neudává, je horní hranice určena procentuálním navýšením otáček maximálního výkonu motoru. U vozidel s mechanickou vazbou plynového pedálu je navýšení otáček o 15 %, u vozidel s elektrickou vazbou plynového pedálu je navýšení o 30 % a u vozidel s emisním systémem NKAT OBD je navýšení o 45 %. Maximální přípustná hodnota „k“ se u vozidel kategorie M a N s emisním systémem BKAT a NKAT stanovuje stejně jako v kapitole 1.1. K hodnotě korigovaného součinitele absorpce se tedy také přičte hodnota $0,5 \text{ m}^{-1}$. U vozidel kategorie M a N, která byla uvedena do provozu po 1. lednu 2008, se již hodnota $0,5 \text{ m}^{-1}$ nepřičítá. Hodnota korigovaného součinitele absorpce je uvedena v technickém průkazu vozidla. Z tohoto dokumentu se také využije prioritně. Pokud není uvedena v technickém průkazu, použije se hodnota uvedená na štítku. Pokud není hodnota ani na štítku, nebo je štítek nečitelný nebo chybí, použije se hodnota uvedená v technické dokumentaci k vozidlu. Pokud hodnotu korigovaného součinitele absorpce nelze zjistit z žádných již zmíněných zdrojů, určuje se maximální přípustná hodnota „k“ následovně:

- $4,0 \text{ m}^{-1}$ u vozidel uvedených do provozu do 31. prosince 1979
- $3,0 \text{ m}^{-1}$ u vozidel s přeplňovaným motorem
- $2,5 \text{ m}^{-1}$ u vozidel s nepřepřňovaným motorem
- $1,5 \text{ m}^{-1}$ u vozidel vedených do provozu od 1. července 2008
- $0,7 \text{ m}^{-1}$ u vozidel vedených do provozu od 1. ledna 2015

Po nastavení kontrolovaných parametrů se stejně jako v kapitole 1.1 provede kontrola volnoběžných a maximálních otáček. Pokud jsou ve stanovených mezích, přistoupí se k vykonání proplachové akceleraci. Proplachová akcelerace se provádí rychlým a nenásilným sešlápnutím plynového pedálu tak, aby bylo dosaženo pásma vysokých otáček. V tomto případě postačuje dosáhnout otáček více jak 75 % otáček maximálního výkonu.

Po jejich dosažení se plynový pedál uvolní. Proplachová akcelerace se provede dvakrát. Následují akcelerace, při kterých probíhá samotné měření emisí. Je zapotřebí rychle ale nenásilně, maximálně však za jednu sekundu, sešlápnout plynový pedál a počkat, až motor dosáhne již ověřené maximální otáčky. Po jejich dosažení a uplynutí přibližně dvou sekund se plynový pedál uvolní a otáčky motoru se nechají klesnout a stabilizovat na volnoběžné. Následuje pauza, která musí trvat nejméně 10 s, a poté další akcelerace. Takto musí být vykonány nejméně 3 akcelerace. Během měření jsou zaznamenávány maximální hodnoty „k“ při jednotlivých akceleracích, maximální otáčky při jednotlivých akceleracích, čas „ta“, za který bylo dosaženo maximálních otáček a volnoběžné otáčky před každou akcelerací. Z těchto tří po sobě jdoucích akcelerací se vypočítá aritmetický průměr „k“, jejich rozptyl a rozptyl hodnoty „ta“. Průměrná hodnota „k“ nesmí překročit stanovenou hodnotu a současně rozpětí nesmí být větší jak $0,50 \text{ m}^{-1}$. Dále také musí být dodržen rozptyl časů „ta“. U emisních systémů BKAT a NKAT nesmí být větší než 1,0 s. U emisních systémů NKAT OBD nesmí překročit 0,3 s. Dále musí být dodržena podmínka, že jednotlivé naměřené hodnoty „k“ nesmí být v klesající tendenci. Tedy každá následná naměřená hodnota nesmí být menší než předchozí. Pokud nejsou některé tyto podmínky dodrženy, je možné přidat další měření (akceleraci). Celkem je však možné provádět maximálně 12 akcelerací za sebou, přičemž je vždy počítáno pouze s posledními třemi. Příklad výsledků z měření je uveden v tab. 1.5. V případě že je u tohoto vozidla povolená hodnota „k“, například $1,2 \text{ m}^{-1}$, jde o kladný výsledek. Jak průměrná hodnota součinitele absorpce, tak její rozptyl a také rozptyl hodnot „ta“ je oproti povoleným hodnotám velice nízký. Současně je také splněna podmínka, že jednotlivé hodnoty „k“ nejsou v klesající tendenci. Ve výsledném protokolu (obr. 1.8) však tyto jednotlivé naměřené hodnoty nejsou uvedeny, je zde pouze výsledná průměrná hodnota „k“ a rozpětí.

Tab. 1.5: Příklad naměřených hodnot při měření emisí

Akcelerace č.	n volnoběžné [min^{-1}]	n maximální [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1	810	4680	1,24	0,35
2	810	4690	1,14	0,39
3	810	4700	1,16	0,36
Průměr			1,18	0,37
Rozpětí			0,10	0,04

U vozidel s emisním systémem NKAT OBD se musí snímat teplota i otáčky motoru přímo z řídicí jednotky prostřednictvím spojení se systémem OBD.

Pokud má vozidlo více nezávislých výfukových vyústění, je zapotřebí provést celou měřicí proceduru u každého vyústění samostatně.

Pokud během měření při jednotlivých akceleracích dojde ke zhoršení technického stavu motoru projevující se nestandardními zvuky nebo vibracemi nebo dojde k prudkému zvětšení kouřivosti nebo se jiným způsobem projeví výrazné zhoršení technického stavu motoru, je zapotřebí měření okamžitě ukončit a vozidlo se z hlediska emisní kontroly vyhodnotí jako nezpůsobilé.

Pokud dojde během měření vlivem zhoršení technického stavu motoru až k jeho zastavení, nesmí se do jednotlivých částí motoru a jeho příslušenství zasahovat a skutečný stav je nutné zdokumentovat.

PROTOKOL

SKH 803 155
o emisnej kontrole motorového vozidla
EK

Kód protokolu: 0262-005-72705-010814-112858

Druh emisnej kontroly / kód: Pravidelná / 1

Značka vozidla: VOLKSWAGEN

Obchodný názov vozidla: PASSAT

Druh vozidla / kategória: Osobné vozidlo / M1

Evidenčné číslo vozidla: BL437CX

Dátum prvej evidencie vozidla (rok výroby): 01.08.2012

Dátum prvej evidencie vozidla v SR: 01.08.2012

Chybová pamäť systému OBD: 0

VIN / CIN / CVN: VIN WVVZZZ16ZFW186079

Stav parametrov systému OBD: 0000000000

Typ vozidla / variant / verzia: / /

VIN: WVVZZZ16ZFW186079

Identifikačné číslo motora (typ): CAY

Druh paliva / zdroj energie: D


Emisný systém: NKAT OBD

Hodnoty určené alebo ustanovené: VYHLASKA-AUTO DATA

Dátum kontroly: 01.08.2014

Adresa / sídlo miesta výkonu kontroly na mobilnom pracovisku:

Kontrolka MI: vyhovuje



Vizuálna kontrola – vozidlo na ďalšiu kontrolu: vyhovuje

Kontrolovaný parameter	Hodnota určená (ustanovená)	Hodnota nameraná	Hodnotenie
Teplota motora [°C]	80		94 nehodnotené
Voľnobežné otáčky [min-1]	680-930		780 vyhovuje
Maximálne otáčky [min-1]	2200-5750		2570 vyhovuje
Dymivosť [m-1]	0.6		0 vyhovuje
Rozptýl hodnôt dymivosti	0.5		0 vyhovuje

Motorové vozidlo je na premávku na pozemných komunikáciách: spôsobilé

Ďalšie záznamy PEK:

Stav počítadla prejenej vozidla: 99943 (Stav počítadla prejenej vozidla má len informačný charakter a nie je použiteľný pre právne účely)

Druh nasledujúcej kontroly: Pravidelná


Kód, priezvisko, podpis a odtlačok pečiatky technika emisnej kontroly, ktorý kontrolu vykonal:

Lehota platnosti: 01.08.2015

Séria a číslo vozidla: SKH255442, SKH1158140

Kód, priezvisko, podpis a odtlačok pečiatky technika emisnej kontroly, ktorý overil správnosť údajov:

Podpis prevádzkovateľa vozidla alebo vodiča vozidla, ktorým povyšuje obstarávanie sa so skutočnosťami zistenými pri kontrole:



Po uplynutí lehoty platnosti emisnej kontroly sa vozidlo považuje za nespôsobilé na premávku na pozemných komunikáciách.

* Význam jednotlivých častí kódu protokolu: znak 1 až 4 je číslo PEK, znak 5 až 7 je kód techniky emisnej kontroly, znak 8 až 12 je generované poradové číslo protokolu, znak 13 až 16 je deň, mesiac a rok, znak 19 až 24 je hodina, minúta a sekunda vykonania posledného zápisu do Protokolu o emisnej kontrole motorového vozidla.

Obr. 1.8: Příklad protokolu o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

1.2.1 Zařízení pro měření emisí na Slovensku

Zařízení pro měření emisí na Slovensku je ve své podstatě stejné jako zařízení popsané v kapitole 1.1.1. I tato zařízení měří nejen hodnoty „k“ a čas akcelerace motoru při měření emisí, ale současně automaticky počítají průměr a rozpětí těchto naměřených hodnot. Rozdíl je v tomto případě pouze v softwarovém vybavení, které zajišťuje zpracovávání naměřených hodnot a tvorbu konečného protokolu o emisní kontrole. Další rozdíl je v zařízení, které zajišťuje komunikaci s řídicí jednotkou motoru. V tomto případě se používá pouze zařízení pro komunikaci se systémem OBD, které ale přímo přenáší potřebné informace, jako zaznamenané závady a Readinesscode do konečného protokolu. U vozidel, která nejsou vybavena systémem OBD, a přesto jsou elektronicky řízena, je při zjišťování závad zapsaných v řídicí jednotce spoléháno pouze na signalizační kontrolku (obr. 1.3 a 1.4).

1.3 Metodika měření emisí v Německu

Pravidelné měření emisí silničních vozidel se v Německu provádí na základě vyhlášky ministerstva dopravy č. 1215 z roku 1983, o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. Tato vyhláška je velice rozsáhlá a byla mnohokrát novelizovaná, naposledy v roce 2006. Jako přehledný zdroj jsem tedy k popisu metodiky pravidelného měření emisí použil knihu **Abgasuntersuchung 2011 - 2014** vydanou agenturou TAK Akademie německého svazu motorových vozidel v Bonnu, která zajišťuje proces vzdělávání a získávání profesního osvědčení pro personál obsluhující stanice měření emisí.

Jednotlivé kroky při měření emisí:

- Kontrola funkce řídicího systému motoru a u vozidel se systémem OBD kontrola pomocí systému OBD.
- Kontrola seřízení motoru.
- Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot.

Kontrola funkce řídicího systému motoru a u vozidel se systémem OBD kontrola pomocí systému OBD

Provádí se pouze u vozidel, která mají motory a tedy i emisní systémy elektronicky řízeny. Postup je shodný jako v kapitole 1.2. I zde se u starších řízených systémů (ty které nejsou vybaveny OBD) provádí pouze kontrola za pomoci kontrolky signalizující závady (obr. 1.3 a 1.4). Také se provádí kontrola samotné funkce kontrolky. Tedy pokud je vozidlo takovou kontrolkou vybaveno, musí se po zapnutí zapalování rozsvítit a po krátké chvíli zhasnou (u některých vozidel zhasíná až po nastartování motoru). Také se nesmí během chodu motoru rozsvítit ani rozblikat. To pak signalizuje závadu a v dalším postupu se nepokračuje. U vozidel se systémem OBD se pak stejně jako v kapitole 1.2 provádí kontrola funkce kontrolky MIL, vyčtení paměti závad z řídicí jednotky a vyčtení Readinesscodu. Pokud není možné i po opakovaných pokusech navázat komunikaci se systémem OBD, v dalším postupu se nepokračuje a vozidlo je z hlediska emisí vyhodnoceno jako nezpůsobilé. Pokud je naopak komunikace navázána, kontrolka MIL funkční, žádné závady v paměti nejsou zaznamenány, Readinesscode obsahuje samé nuly (to znamená, že všechny prověřované systémy úspěšně prošly testy) a jedná se o vozidlo poprvé uvedené do provozu po 1.1.2006, tak se k dalším krokům nepřistupuje a vozidlo je z hlediska emisí vyhodnoceno jako způsobilé. V takovém případě se již pouze vystaví protokol s kladným výsledkem. Pokud však Readinesscode neobsahuje samé nuly (to znamená, že všechny prověřované systémy neprošly testy) a vozidlo bylo poprvé registrováno před 1.1.2006, přistupuje se k dalším krokům, tedy k samotnému měření kouřivosti.

Kontrola seřízení motoru

Tato kontrola se provádí stejně jako v kapitole 1.1. I zde se při zahřátém motoru na provozní teplotu (dle údajů výrobce, obvykle však minimálně 60°C) kontrolují pouze volnoběžné a maximální otáčky. Pokud jsou v rozmezí udávané výrobcem vozidla, přistoupí se k samotnému měření kouřivosti.

Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot

Podstata měření kouřivosti a jeho vyhodnocování je obdobná jako v kapitole 1.1. Rozdíly jsou pouze v určování maximální povolené hodnoty „k“, v limitování času akcelerace motoru a v počtu potřebných akcelerací.

Maximální povolená hodnota „k“ je určena výrobcem vozidla a je uvedena v dokumentaci k vozidlu a na výrobním štítku. U vozidel poprvé registrovaných před 1.1.2006 to obvykle nepřekračuje hodnotu $2,5 \text{ m}^{-1}$ a u vozidel poprvé registrovaných po 1.1.2006 je to maximálně $1,5 \text{ m}^{-1}$. Maximální povolená doba akcelerační je také určována výrobcem, obvykle však nepřesahuje hodnotu 2,0 s. Současně také jednotlivé hodnoty akceleračních časů nesmí mít větší rozpětí než 0,5 s. Samotné měření kouřivosti je stejné jako v kapitole 1.1. Při jednotlivých akceleracích jsou zaznamenávány maximální hodnoty „k“. V tomto případě je zapotřebí minimálně tří akcelerací, přičemž aritmetický průměr z těchto naměřených hodnot „k“ nesmí překročit stanovenou hodnotu. Současně nesmí být překročené povolené rozpětí těchto hodnot. U vozidel s povolenou hodnotou „k“ menší než $2,5 \text{ m}^{-1}$ je povolené maximální rozpětí $0,5 \text{ m}^{-1}$ a u vozidel, která mají maximální povolenou hodnotu „k“ větší než $2,5 \text{ m}^{-1}$ je povolené maximální rozpětí $0,7 \text{ m}^{-1}$. Příklad protokolu s kladným výsledkem je uveden na obr. 1.9. Jedná se o případ, kdy Readinesscode neobsahuje samé nuly a muselo tedy dojít k samotnému měření kouřivosti.

Protokol			
dle čísla 3.1.1.1 dodatku zákona o provozu na pozemních komunikacích			
Provedeno v: ZDK, Franz-Lohestrasse 21, 53129 Bonn			
Datum: 23.05.2014		Čas: 11:40	
Měřicí program: Diesel s OBD (70/220/EG)			
Identifikační údaje vozidla:			
Registrační značka: ES-AL 1234			
Stav tachometru: 42425 km		Datum první registrace: 13.5.2008	
Emisní třída:		Kód: E462	
Výrobce: Volkswagen		Kód: 0603	
Typ: 3BG		Kód: 625	
VIN: WVWZZZ16ZJW186079		Typ OBD: OBDII+EOBD	
Funkční zkouška OBD:			
<u>Zkoušky připravenosti:</u> podpora: 11100000000			
vyčteno: 10100000000 ne všechny systémové testy provedeny			
<u>Paměť závad:</u> Počet závad v systému řízení emisí: 0 v pořádku			
		Předepsané hodnoty	Naměřené hodnoty
<u>Příprava:</u>			
Teplota motoru: [°C]	min.: 60	73	v pořádku
Volnoběžné otáčky: [min ⁻¹]	min.: 800 max.: 950	880	v pořádku
Přeběhové otáčky: [min ⁻¹]	min.: 4900 max.: 5300	5105 5105 5100 5105	v pořádku
Hodnota kouřivosti: [m ⁻¹]	max.: 1,5	--- 0,39 0,37 0,35	
Čas zrychlení (t _b): [s]	max.: 2	1,30 1,55 1,70	v pořádku
Čas měření (t _x): [s]	1		
Měřicí mód:	B		
Sonda číslo:	1		
Výsledky:	Rozpětí hodnot kouřivosti [m ⁻¹]	≤ 0,5	v pořádku
	Aritmetický průměr kouřivosti [m ⁻¹]	0,37	v pořádku
	Vizuální kontrola kontrolky motoru:		v pořádku
	Status kontrolky motoru:		v pořádku
	Diagnostika kontrolky motoru:		v pořádku
CELKOVÝ VÝSLEDEK MĚŘENÍ:			PROŠEL
Emisní známka dle zákona o provozu vozidel:			PŘIDĚLENA
Příští datum měření emisí:			05 / 2016
Nedostatky dle směrnice č. 813 odstavce č. 5, byly stanoveny):			<input type="checkbox"/> ano
Uznáný, ale nevyřešený nedostatek dle směrnice č. 6:			
Poznámky:			
Číslo kontroly:	Technik:	Podpis:	Razítko:
NW 4-00-0001-13			
Měřicí přístroj:	Výrobce / Verze:	AB / enter. Leitfaden 4	
		CC / YX 04/2006	

Obr. 1.9: Příklad protokolu o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

1.3.1 Zařízení pro měření emisí v Německu

I zde se používají velmi podobná zařízení jako v ČR, kdy je rozdíl pouze v softwarovém vybavení, které zajišťuje funkci a komunikaci mezi jednotlivými částmi a tvorbu konečného protokolu. Navíc je zde povinnost pro vozidla poprvé uvedená do provozu po 1.1.2006 automaticky přenášet veškeré potřebné údaje a naměřené hodnoty z vozidla přímo do měřicího zařízení a následně do protokolu.

2. Tvorba a redukce škodlivých látek výfukových plynů

2.1 Tvorba škodlivých látek výfukových plynů

Paliva pro zážehové a vznětové motory se skládají z různých sloučenin uhlovodíků. Při spalování se uhlovodíky štěpí na uhlík a vodík a ty se slučují s kyslíkem. To znamená, že při ideálním spalování nevznikají žádné zdraví škodlivé látky, ale pouze oxid uhličitý CO_2 a vodní páry H_2O . V reálném procesu je tomu poněkud jinak. Vzduch obsahuje za normálních podmínek asi 20,9 % objemu kyslíku a 78,0 % dusíku. Další složky, jako argon, vodní páry, oxid uhličitý, vodík, neon, helium, krypton, xenon jsou jen ve velmi malém množství, většinou málo reaktivní a na složení výfukových plynů nemají výrazný vliv. V reálném procesu vznikají jako neškodlivé plyny dusík (N), voda v podobě páry (H_2O), a oxid uhličitý (CO_2) a jako produkty nedokonalého spalování oxid uhelnatý (CO), částečně nespálené uhlovodíky (HC), sloučeniny kyslíku a dusíku označovány (NO_x), oxid siřičitý (SO_2) a pevné částice neboli saze (PM). O dokonalé spalování jde tehdy, když se do vzduchu přidá právě tolik paliva, kolik je potřeba pro oxidaci s přítomným kyslíkem. Jde o tak zvaný stechiometrický poměr. V tomto případě platí, že na spálení 1 kg paliva je potřeba 14,7 kg vzduchu. To se vyjadřuje součinitelem přebytku vzduchu λ viz vzorec 1.

$$\lambda = \frac{m_v}{m_p \cdot Lt} \quad (1)$$

m_v – hmotnost vzduchu [kg]

m_p – hmotnost paliva [kg]

Lt – stechiometrický hmotnostní poměr [kg/kg] (pro benzín i naftu – 14,7)

Ideální stav - $\lambda = 1$

U zážehových motorů se směs vzduchu a paliva nasaje a krátce před ukončením taktu komprese se zapálí jiskrou. Mluvíme o motorech s cizím zapalováním. Teplota při kompresi není tak vysoká jako u vlastního zapálení (vznětové motory), aby se směs při vzrůstu teploty kompresí sama nezapálila a nedošlo k tak zvanému detonačnímu spalování, kdy směs ve válci shoří náraz. Důležité je, aby se koeficient λ pohybovala co nejbližší hodnotě 1. Pokud se nasávanému vzduchu přidá více paliva, jde o bohatou směs ($\lambda < 1$) a uhlovodíky se spálí pouze částečně. Obsah HC a CO ve výfukových plynech odpovídajícím způsobem stoupne. U chudé směsi ($\lambda > 1$) nesplňuje směs podmínku dokonalého poměru a může dojít k nespálení veškerého paliva nebo k vynechání zážehu a podíl HC opět stoupá s rostoucí hodnotou λ . U vznětových motorů se nasává pouze vzduch a palivo se vstřikuje krátce před koncem taktu komprese do horkého vzduchu. Kompresní teplota vzduchu musí být tak vysoká, aby se vytvořená směs vzduchu a paliva sama zapálila. Jde o kompresní zapálení (samozapálení). Vlastnosti paliva a způsob zapálení umožňuje vznětovým motorům pracovat s přebytkem vzduchu $\lambda = 1,3 - 2,0$ i vyšší. Z toho sice vyplývá, že oproti zážehovým motorům dochází ke snížení obsahu CO, CO₂ a HC ale vlivem nespotřebovaného kyslíku, většího tlaku a teplotě ve spalovacím prostoru roste obsahu NO_x. Velký vliv na tvorbu škodlivých emisí má také technický stav motoru a zejména pak jeho vstřikovací systém. Pro dobré hoření paliva u vznětových motorů je důležité rozvíření nasávaného vzduchu a přesná dávka co nejvíce rozprášeného paliva vstříknuta do spalovacího prostoru v pravý čas. Čím lépe je tedy zajištěna kvalita spalování (palivo shoří pokud možno bezezbytku), tím více dochází k využití daného paliva, což přináší vyšší výkon, menší spotřebu paliva a nižší produkci emisí.

Oxid uhelnatý (CO) vzniká především při provozu motoru s bohatou směsí, tedy $\lambda < 1$, což je zapříčiněno nedostatkem kyslíku, který je zapotřebí k dokonalému spálení uhlíku obsaženého v palivu a vzniku oxidu uhličitého (CO₂). Při chudé směsi je množství CO nízké a další ochuzování směsi nemá vliv na jeho snížení. CO, které vzniká i při přebytku vzduchu, je zapříčiněno nedostatečným promísením paliva se vzduchem, a tudíž nedokonalým prohořením. CO je jedovatý plyn, který je bezbarvý a bez zápachu. Váže se místo kyslíku na hemoglobin (krevní barvivo) v červených krvinkách a tím zabraňuje přenášení kyslíku v krvi.

Oxidy dusíku (NO_x) vznikají reakcí kyslíku a dusíku obsaženého ve vzduchu při vysoké teplotě a tlaku. U zážehových motorů v případě bohaté směsi vznikají vlivem nedostatku volného kyslíku jen minimálně, od hodnoty $\lambda = 0,8$ a výše množství NO_x ve výfukových

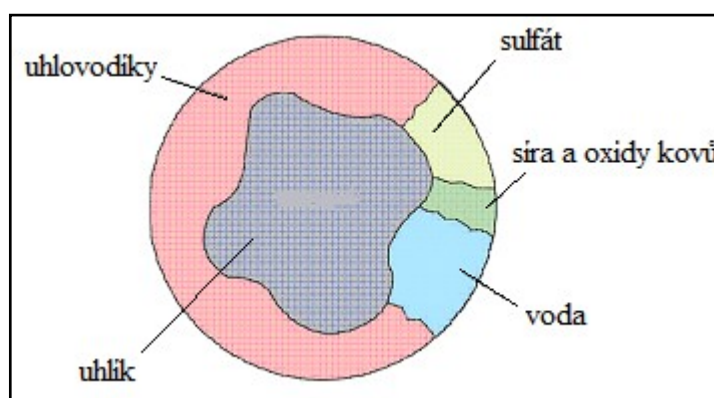
plynech prudce stoupá až do hodnoty $\lambda = 1,05$ až $1,10$, dále pak vlivem velkého přebytku vzduchu, a tím snižování teploty ve spalovacím prostoru množství NO_x klesá. U vznětových motorů je tomu poněkud jinak. Vzhledem k tomu, že pracují výhradně s přebytkem vzduchu (což je pro dobré spalování vyžadováno) a s mnohem většími tlaky je produkce NO_x výrazně vyšší, a to zvláště v režimu chudé směsi, tedy v nízkých a volnoběžných otáčkách. Vznik oxidů dusíku tedy přímo závisí na množství volného kyslíku, tlaku a teplotě ve spalovacím prostoru. Paradoxně tedy, pokud je snahou konstruktérů co nejlépe využívat palivo a docílit tím nižší spotřeby, dochází také při účinnějším spalování k vyšším teplotám ve spalovacím prostoru, což může zapříčinit i zvýšení produkce oxidů dusíku. Dále je také tvorba NO_x závislá na předstříku. Pokud je předstřík větší, dochází sice k lepšímu prohoření paliva a tedy k menší produkci uhlovodíků, ale vlivem vyšší teploty a tlaku a delší doby, po kterou tyto vlivy působí k vyšší produkci NO_x . Naopak pokud je předstřík malý nebo je dokonce za horní úvratí, je sice množství NO_x nižší, ale naopak stoupá vlivem nedokonalého prohoření paliva množství nespálených uhlovodíků. U oxidů dusíku se jedná zejména o **oxid dusnatý (NO)**, který je bezbarvý, jedovatý a za přítomnosti vlhkosti leptavý. NO ovšem snadno na vzduchu oxiduje na **oxid dusičitý (NO₂)**, což je silně jedovatý plyn červenohnědé barvy, který zároveň způsobuje kyselé deště. Pro lidský organizmus je to plyn, který způsobuje lehká i velmi vážná onemocnění dýchacích cest. V menším množství vzniká také **oxid dusný (N₂O)**, což je bezbarvý plyn s nevýraznou, ale příjemnou vůní a nasládlou chutí. Jedovatý není, ale patří mezi skleníkové plyny.

Uhlovodíky (HC) jsou to nespálené zbytky paliva, tedy řada sloučenin uhlíku a vodíku (C_mH_n), vyskytují se při bohaté směsi, při nedokonalém rozprášení a promísení paliva se vzduchem a při nevznícení nebo zhasnutí paliva v důsledku ochlazení, například u chladných stěn spalovacího prostoru. Dalším zdrojem produkce uhlovodíků ve výfukových plynech je pronikání mazacího oleje do spalovacího prostoru. Ten není primárně určen ke spalování a dochází tedy k částečnému a tedy nedokonalému spálení. Uhlovodíky obsažené ve výfukových plynech dělíme na nasycené, nenasycené a aromatické. Nasycené uhlovodíky dráždí pokožku a mají narkotický účinek. Nenasycené uhlovodíky se podílejí na tvorbě smogu, ničení ozónu a dráždí pokožku. Aromatické uhlovodíky jsou nervové jedy, které mají narkotický a rakovinotvorný účinek a dále také poškozují dýchací ústrojí.

Oxid siřičitý (SO₂) vzniká spalováním síry obsažené v palivu. Čím méně palivo obsahuje síru, tím méně je obsaženo SO_2 ve výfukových plynech. SO_2 je bezbarvý jedovatý štiplavě

páchnoucí nehořlavý plyn, který způsobuje onemocnění dýchacího ústrojí. Snadno také reaguje s vodou a vznikají tím kyseliny síry, které se podílejí na vzniku kyselých dešťů.

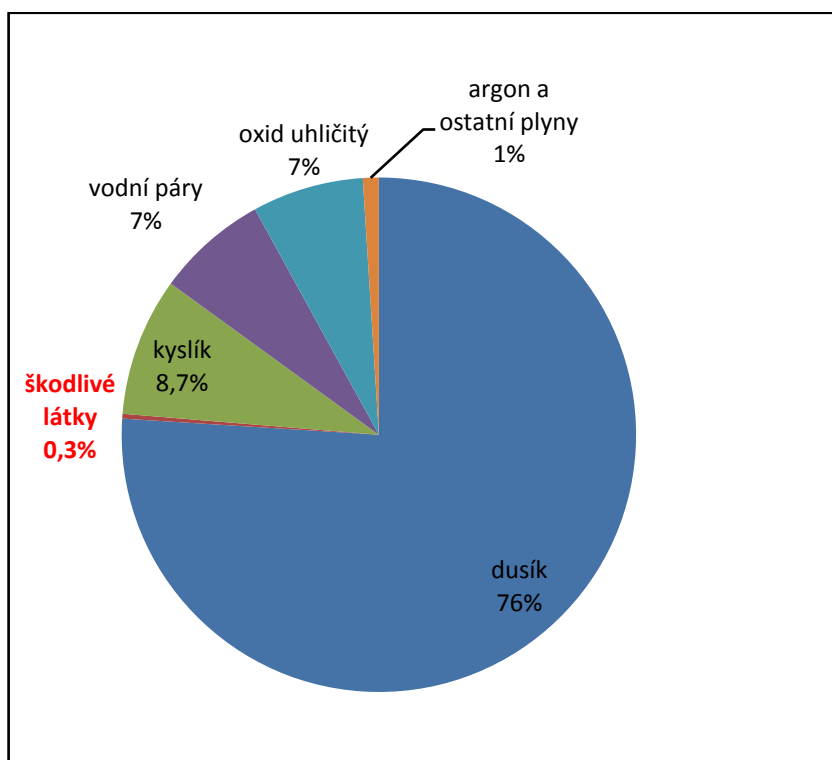
Pevné částice (PM - Particulate Matter) jsou to mikroskopické části (saze) o přibližném průměru $0,05\ \mu\text{m}$. Jádrem pevné částice tvoří uhlík, ke kterému se váží další látky dle znázornění na obr. 2.1. Pevné částice vznikají při nedokonalém prohoření vstříknutého paliva. Kapičky paliva začínají hořet na povrchu, kde je dostatečný přístup kyslíku. Vnější obal kapiček tedy shoří snadno, ale uvnitř je kyslíku nedostatek. Pokud se nepodaří vířením vzduchu dostat uhlík dostatečně do styku s kyslíkem, palivo už neshoří a ve formě sazí zbarví výfukové plyny dotmava. Zvýšení produkce pevných částic je tedy zapříčiněno nízkým množstvím kyslíku ve spalovacím prostoru, nedostatečným rozprášením paliva a také pronikáním mazacího oleje do spalovacího prostoru. Pevné částice mohou být i větších rozměrů, například $10\ \mu\text{m}$. Obecně však platí, že čím jsou částice menší, tím jsou více nebezpečné. Ty nejmenší částice než se usadí, mohou totiž poletovat v ovzduší až několik týdnů, pokud tedy nejsou dříve spláchnuty například deštěm. Takovéto částice se pak dostávají až do nitra dýchacího ústrojí. Větší částice se rychleji usazují a jsou z větší části zachycovány již v nosní dutině. Pevné částice, které se usazují v dýchacím ústrojí, pak škodí dvojím způsobem. Jednak samotným zaprášením dýchacího ústrojí a také, a to hlavně způsobují vznik rakoviny.



Obr. 2.1: Model pevné částice

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školicí materiály, 2007]

Oxid uhličitý (CO_2) je současně s vodní párou přirozeným produktem při spalování uhlovodíkových paliv. Při dokonalém spalování a dodržení stechiometrického poměru je objemové množství CO_2 ve výfukových plynech 14,7 %, což je maximálně možná teoretická hodnota. Vzhledem k tomu, že vznětové motory pracují s chudou směsí, je reálné množství CO_2 ve výfukových plynech podstatně menší. CO_2 je bezbarvý nehořlavý plyn bez chuti a zápachu, je běžnou součástí atmosféry, v koncentracích, v jakých se běžně pohybuje v atmosféře, (0,038 % objemu) je zdravý neškodný. Zdravotní potíže, jako závratě, ospalost a bezvědomí způsobuje CO_2 až při výrazně větším množství (5 a více % objemu). CO_2 není tedy považován za jedovatý plyn, ale je to plyn, který v atmosféře způsobuje skleníkový efekt. S rozvojem průmyslu, a tedy i dopravy, koncentrace CO_2 v atmosféře neustále narůstá, což představuje civilizační problém. Vzhledem k tomu, že je CO_2 přirozeným produktem při spalování uhlovodíkových paliv, lze jeho produkci snižovat pouze snižováním spotřeby těchto paliv. Z těchto důvodů není CO_2 přímo zařazeno do souboru škodlivých látek, ale kontrola množství jeho produkce a omezení se u silničních vozidel zavádí.



Obr. 2.2: Složení výfukových plynů u vznětových motorů v % objemu

Tab. 2.1: Složení škodlivých látek ve výfukových plynech v % objemu

Látky	Zážehový motor	Vznětový motor
Uhlovodíky HC	0,05	0,03
Oxidy dusíku NO_x	0,085	0,15
Oxid uhelnatý CO	0,85	0,05
Oxid siřičitý SO₂	-	0,02
Pevné částice PM	0,005	0,05

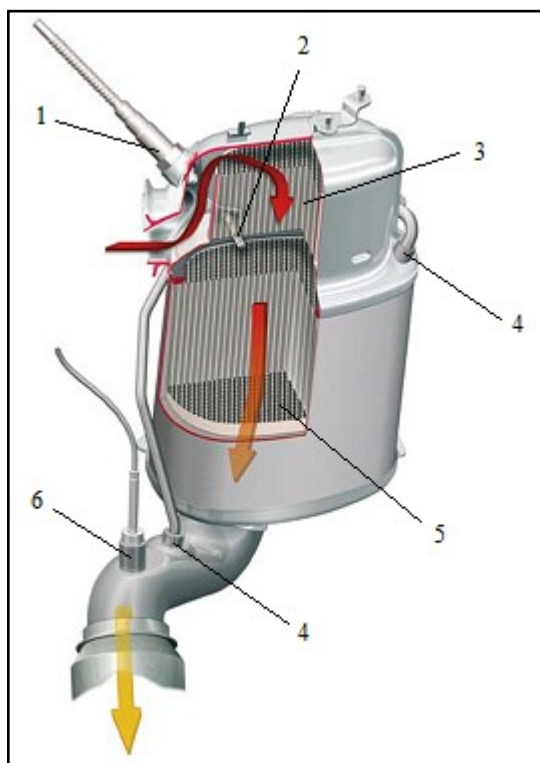
[Pošta, J.; a kolektiv: Opravárenství a diagnostika III. Praha: Informatorium 2003]

2.2 Redukce škodlivých látek ve výfukových plynech

Ke snižování množství škodlivých látek ve výfukových plynech na úroveň dnešních poměrně přísných limitů se používá hned několik opatření a technologií.

Vzniku SO₂ se zamezuje již při výrobě paliva, kdy je výrobce povinen zajistit poměrně dokonalé odsíření (maximální množství síry v naftě je 10 mg/kg).

Ke snížení množství CO a HC se u vznětových motorů používá oxidační katalyzátor. Toto zařízení umístěné na výfukovém traktu zajišťuje oxidaci CO a HC na CO₂ a H₂O. Potřebný kyslík se získává ze směsi s přebytkem vzduchu. Nejvyšší účinnost má katalyzátor při teplotě 400 až 800°C, proto je důležité co nejdříve po startu studeného motoru dosáhnout této teploty. Z tohoto důvodu se katalyzátor umísťuje co nejbližší k motoru. V současné době se nejčastěji soustřeďuje do jednoho společného tělesa s filtrem pevných částic (obr. 2.3).

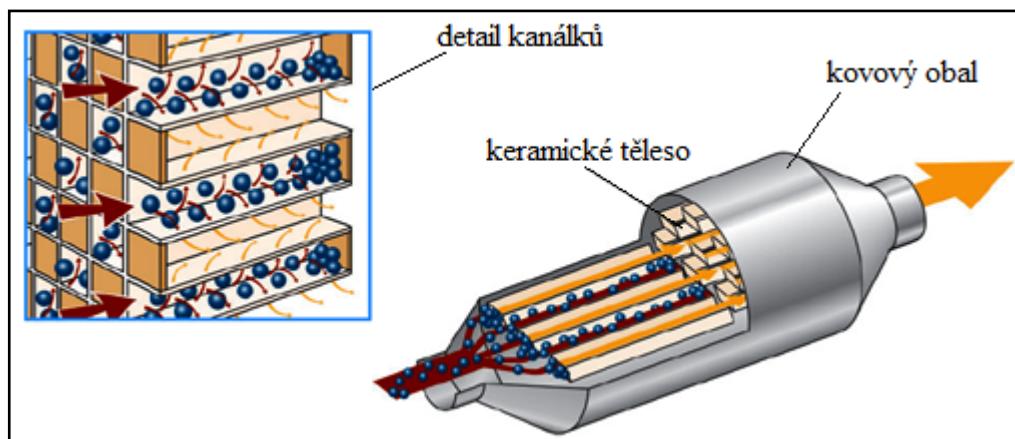


Obr. 2.3: Příklad oxidačního katalyzátoru a filtru pevných částic sloučeného v jednom tělese

1. Lambda sonda, 2. Snímač teploty výfukových plynů před filtrem PM, 3. Oxidační katalyzátor, 4. Přípojky snímače rozdílu tlaku před filtrem PM a za ním, 5. Filtr PM, 6. Snímač teploty výfukových plynů za filtrem PM

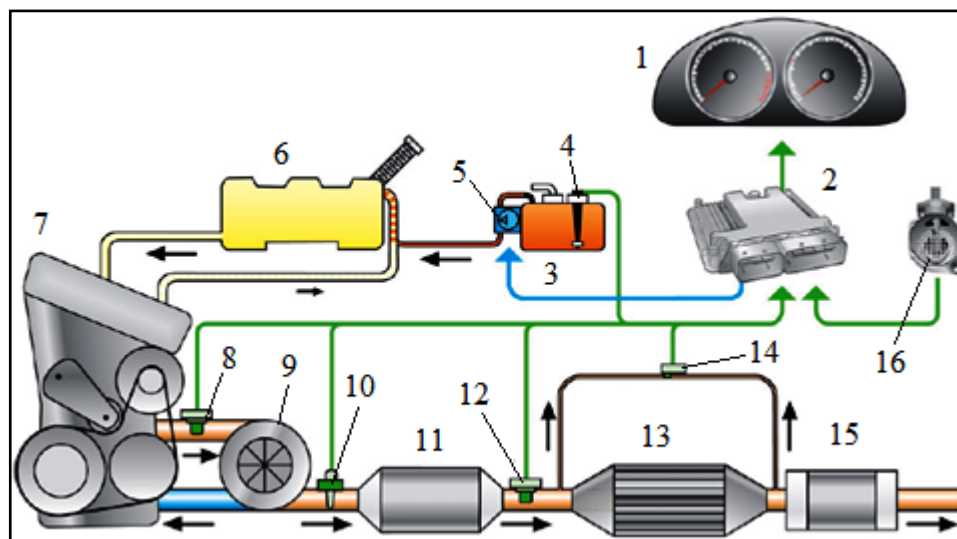
Katalyzátor je tvořen obalem a keramickým nebo kovovým nosičem, který je opatřen katalytickou vrstvou. Tu v případě oxidačního katalyzátoru tvoří nejčastěji směs platiny a paládia. Nosič tvoří velice úzké kanálky, přes které prochází výfukové plyny. Ty tak přijdou do kontaktu s katalytickým materiálem, který podporuje a urychluje chemický proces (tedy oxidaci CO a HC) aniž by došlo k jeho změně.

Pro snížení množství PM se používá filtr pevných částic (DPF – Diesel particulate filter). Filtr pevných částic je tvořen úzkými kanálky z karbidu křemíku v kovovém pouzdře. Kanálky s porézními stěnami jsou vzájemně propojeny a střídavě zaslepeny z obou stran (viz obr. 2.4). PM se během proudění přes filtr zachytí ve stěnách kanálků a přefiltrované zplodiny vycházejí do ovzduší.



Obr. 2.4: Filtr pevných částic

Filtr se provozem zanáší a je zapotřebí zajistit jeho regeneraci. Míra zanesení filtru je zjišťována z rozdílu tlaků před filtrem a za filtrem. Regenerační proces spočívá ve spálení PM. Zápalná teplota PM je 600 – 650 °C, té se dosahuje zvýšením množství vstřikovaného paliva a sekundárním vstřikem. Ke spálení PM se také využívá aditiv, která se řízeně přidávají do paliva a snižují zápalnou teplotu PM na 500 °C. Této regeneraci se říká aktivní a je plně řízena řídicí jednotkou motoru (viz obr. 2.5). Obecně platí, že je-li DPF daleko od motoru, je teplota spalin nízká, a je tedy potřeba použít aditivum. Vedle toho probíhá také regenerace pasivní, která je založena na přirozeném dosažení potřebné teploty pro spálení PM. Toho je dosahováno zejména při delších cestách a vyšším zatížení motoru. Filtr s uzavřenými kanálky má účinnost až 98 %. Existuje i systém, u kterého nejsou kanálky uzavřené. V tomto případě se PM zachycují pouze na stěnách kanálků. U tohoto DPF je daleko menší riziko zanesení a není proto zapotřebí aktivní regenerace, ta probíhá pouze pasivně. Účinnost je pouze 30 – 50 %, proto se do nových vozidel z důvodu přísných emisních limitů již nemontují.



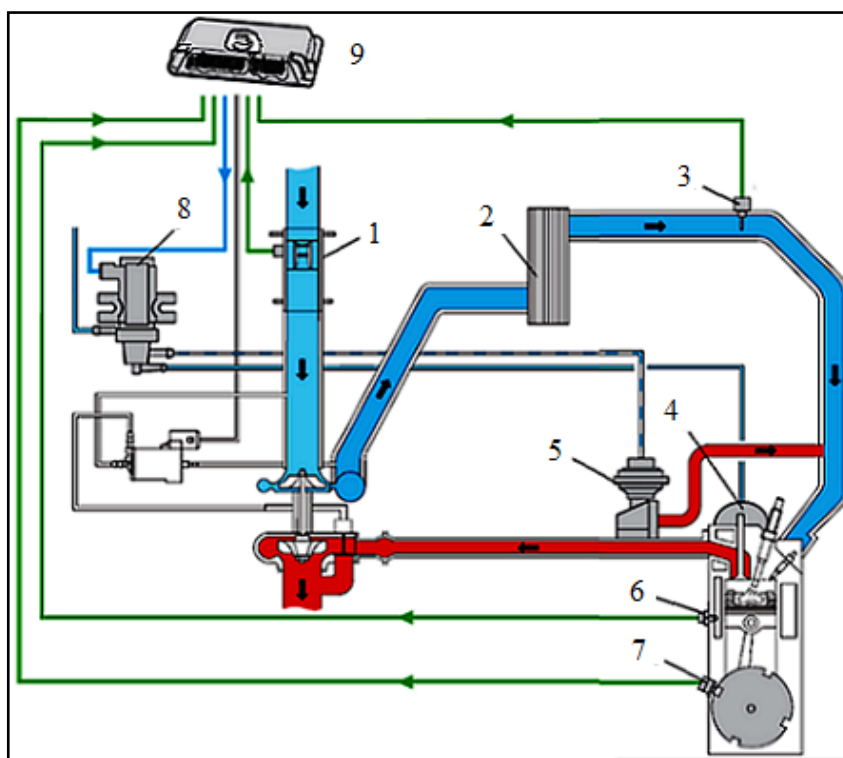
Obr. 2.5: Systém s oxidačním katalyzátorem a filtrem PM s aditivem

1. ŘJ panelu přístrojů, 2. ŘJ motoru, 3. Zásobník aditiv, 4. Snímač množství aditiv,
5. Pumpa pro vstřík aditiv, 6. Palivová nádrž, 7. Motor, 8. Snímač teploty před turbem,
9. Turbo, 10. Širokopásmová lambda sonda, 11. Oxidační katalyzátor, 12. Snímač teploty před filtrem PM, 13. Filtr PM, 14. Snímač rozdílového tlaku, 15. Tlumič výfuku,
16. Snímač průtoku vzduchu

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2007]

K redukci NO_x se využívá EGR technologii nebo systém SCR. U systému EGR (Exhaus Gas Recirculation) tedy recirkulace výfukových plynů je podstata v přimíchávání části výfukových plynů, které jsou inertní (nehořlavé) do nasávaného vzduchu. Tím se omezí množství kyslíku ve spalovacím prostoru a dojde ke snížení spalovací teploty. Nižší teplota hoření a méně volného kyslíku má pak za následek omezení vzniku NO_x . Recirkulace výfukových plynů je řešena vnitřní nebo vnější cestou. Vnitřní recirkulace je zajišťována překrytím ventilů, což znamená, že sací ventil je již otevřen a výfukový ventil není ještě uzavřen. Velikostí překrytí ventilů se reguluje množství spalin, které se smísí s čerstvým vzduchem. Technicky je tato recirkulace zajišťována změnou časování váčkových hřídelů a zdvihem ventilů. Vnější recirkulace je řešena přívodem výfukových plynů do sacího potrubí (viz obr. 2.6). Množství recirkulovaných plynů je regulováno tzv. EGR ventilem v závislosti na konkrétních potřebách motoru. U moderních motorů je ventil řízen elektronicky a výfukové plyny jsou navíc před vstupem do sání ochlazovány, čímž je dosahováno ještě nižší teploty ve spalovacím prostoru a tedy menší produkci NO_x . Nejvíce

výfukových plynů se do sání přimíchává v režimu volnoběžných otáček, kdy je směs velmi chudá. Postupně se zvyšujícími otáčkami a na základě zatížení motoru se množství výfukových plynů přimíchávaných do sání snižuje až do úplného uzavření ventilu. Nevýhodou recirkulace výfukových plynů jako nástroje ke snižování produkce NO_x je skutečnost, že při přimíchávání výfukových plynů do nasávaného vzduchu se do spalovacího prostoru dostává směs čerstvého vzduchu a tohoto plynu, který je nehořlavý a hoření ani nepodporuje. Pokud je pak do takovéto směsi vstříknuto palivo, není to zcela ideální prostředí pro dobré prohoření paliva, jako v případě, kdy je nasáván pouze čistý vzduch. Paradoxně tedy technologie EGR zvětšuje kouřivost motoru, tedy produkci PM a částečně i CO a HC. Proto je při použití této technologie kladen velký důraz na přesnou a rychlou regulaci.

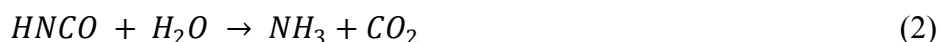
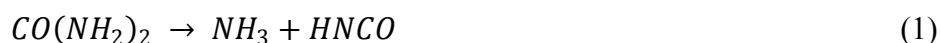


Obr. 2.6: Zpětné vedení výfukových plynů

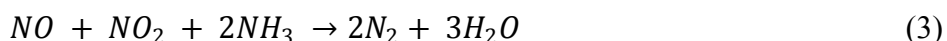
1. Snímač průtoku vzduchu, 2. Chladič, 3. Snímač tlaku, 4. Podtlaková pumpa, 5. EGR ventil, 6. Snímač teploty, 7. Snímač otáček, 8. Ovládací ventil, 9. ŘJ motoru

Systém SCR (Selective Catalytic Reduction) využívá pro snížení emisí NO_x , jak již z názvu vyplývá, selektivní katalytickou redukcí, což znamená, že ze škodlivin výfukových

plynů jsou cíleně snižovány pouze NO_x pomocí technologie redukčního katalyzátoru. Redukční katalyzátor je opak katalyzátoru oxidačního používaného pro snížení množství CO a HC. V tomto redukčním katalyzátoru jsou tedy oxidům dusíku odebírány molekuly kyslíku. K tomu, aby byly oxidy dusíku rozkládány, je ještě zapotřebí použít redukční činidlo. Pro tuto reakci se používá čpavek (NH_3), který se získává z redukčního prostředku AdBlue, což je roztok močoviny ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) ve vodě. Tento roztok je pak vstřikován do výfukového potrubí těsně před katalyzátorem. Na této krátké vzdálenosti, mezi vstřikovacím ventilem redukčního prostředku a redukčním katalyzátorem dochází ke vzniku čpavku. Při vstřikování redukčního prostředku do proudu horkých výfukových plynů se nejdříve odpaří voda a následně probíhá termolytická a hydrolytická reakce. Nejprve se tedy pomocí termolýzy (zahříváním) rozkládá močovina ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) na čpavek (NH_3) a kyselinu isokyanovou (HNCO) (rovnice 1). Následně pak dochází k hydrolyze (reakci s vodou) kyseliny isokyanové a vzniká další molekula čpavku a oxid uhličitý (rovnice 2).

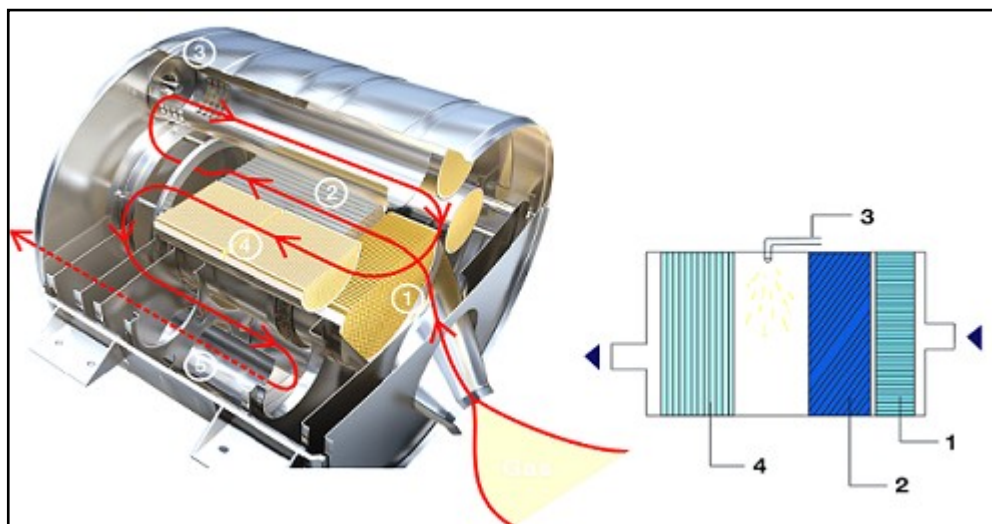


Je důležité, aby tyto reakce proběhly ještě před vstupem do samotného redukčního katalyzátoru a zároveň, aby byl čpavek co nejlépe rozptýlen ve výfukových plynech. Množství vstřikovaného redukčního prostředku je řízeno řídicí jednotkou motoru podle předpokládaného množství produkce oxidů dusíku ve výfukových plynech. Předpokládané množství produkce oxidů dusíku je zjišťováno výpočtovým modelem, který je založen na měření aktuálního množství nasávaného vzduchu a vstřikovaného paliva. V samotném katalyzátoru pak dochází k reakci oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO_2) se čpavkem (NH_3) a vzniká dusík (N_2) a voda (H_2O) (rovnice 3). Proto, aby byl redukční proces co nejúčinnější, je zapotřebí dodržet správný poměr mezi NO a NO_2 ve výfukových plynech. To zajišťuje oxidační katalyzátor, který je umístěn vždy před redukčním. Z tohoto důvodu je také povrchová vrstva oxidačního katalyzátoru přizpůsobena systému SCR.



Základní konstrukce redukčního katalyzátoru je shodná s oxidačním katalyzátorem s voštinovým keramickým nosičem. Tento nosič je ovšem na rozdíl od oxidačního katalyzátoru opatřen povrchovou vrstvou tvořenou zeolitem s obsahem mědi, což proces redukce oxidů dusíku popsaný rovnicí 3 urychluje. Funkce redukčního katalyzátoru je

monitorována snímačem oxidů dusíku, který je umístěn bezprostředně za katalyzátorem. Signál z tohoto snímače je zpracováván řídicí jednotkou motoru a v případě závady, která má za následek snížení účinnosti redukčního katalyzátoru pod určitou hranici, je řídicí jednotkou aktivována kontrolka na přístrojovém panelu a závada je zapsána do paměti závad. K tomu, aby byl proces redukce oxidů dusíku zahájen, je zapotřebí, aby byl redukční katalyzátor zahřátý na provozní teplotu (přibližně 200 °C). Z toho je tedy patrné, že stejně jako u oxidačního katalyzátoru je zde po nastartování studeného motoru určitá časová prodleva, kdy katalyzátor neplní svojí funkci. Systém SCR představuje pro redukci NO_x velmi vyspělou technologii s účinností až 90 %. Výhodou systému SCR oproti EGR je, že se pro snížení emisí oxidů dusíku nepřimíchávají do nasávaného vzduchu výfukové plyny a dochází tedy k lepšímu prohoření paliva a tedy nižším emisím CO, HC a PM. Z toho tedy vyplývá, že filtr pevných částic je v tomto případě méně zanášen. Systém SCR je využíván u nejprísnejších emisních limitů (EURO 5 a EURO 6) společně s oxidačním katalyzátorem a filtrem pevných částic. Dle potřebných provozních teplot těchto jednotlivých zařízení pro následnou úpravu výfukových plynů jsou tato zařízení logicky umístěna na výfukovém potrubí v pořadí od motoru: oxidační katalyzátor, filtr pevných částic a SCR katalyzátor. V některých případech, zvláště pak u velkých nákladních automobilů jsou tato zařízení umístěna v jednom kompaktním celku (obr. 2.7).



Obr. 2.7: Sdružené zařízení pro následnou úpravu výfukových plynů

1. Oxidační katalyzátor, 2. Filtr pevných částic, 3. Tryska pro vstřikování redukčního prostředku, 4. SCR katalyzátor, 5. Tlumič výfuku, ← Směr proudění výfukových plynů

Zpočátku se systém SCR využíval pouze u velkých nákladních automobilů. V poslední době se však začíná využívat i u osobních vozidel. Nevýhodou systému SCR je samotný redukční prostředek AdBlue, a to zejména ta skutečnost, že redukční prostředek není příliš odolný proti zamrznutí. Jak již bylo zmíněno, redukční prostředek je vodní roztok močoviny. Podíl močoviny v redukčním prostředku je 32,5 %, protože právě při tomto poměru je bod tuhnutí prostředku nejnižší, a to -11 °C. Jakákoli odchylka od tohoto poměru, tedy větší podíl vody nebo močoviny má pak za následek zvýšení bodu tuhnutí redukčního prostředku. Z toho tedy vyplývá skutečnost, že je kladen velký nárok na přesnost mísičného poměru a je také zapotřebí pro případ chladného období zajistit vyhřívání veškerých součástí, které přicházejí do styku s redukčním prostředkem. Celý systém to pak vytváří ještě složitější a při každé závadě na vyhřívání vzniká nebezpečí nejen nefunkčnosti systému, ale také trvalého poškození jednotlivých součástí mrazem.

[VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2011]

3. Odhalování neoprávněných zásahů do emisních systémů

Provádět neoprávněné zásahy do emisních systémů je motivováno především dvěma aspekty. Prvním důvodem je vylepšování výkonových parametrů motoru, což znamená zvyšování výkonu a točivého momentu a také vylepšování průběhů křivek těchto parametrů. Další důvod k neoprávněným zásahům je motivován vznikajícími závadami na jednotlivých částech emisního systému. Při poruše některých částí emisního systému je totiž daleko levnější varianta tuto součást odstranit nebo vyřadit z funkce, než provést seriózní opravu, při které je vadná součást vyměněna. Jedná se zejména o EGR systémy a zařízení pro následnou úpravu výfukových plynů, tedy oxidační katalyzátory, filtry pevných částic a SCR systémy.

3.1 Vylepšování výkonových parametrů motoru

U vznětových motorů je pro zvyšování výkonových parametrů nejjednodušší, a tedy i nejběžnější praxí zvyšování dávky paliva, případně také zvyšování maximálních otáček.

Mechanicky řízené vstřikovací systémy

U mechanicky řízených vstřikovacích systémů jde v případě zvyšování dávky o jednoduchou změnu nastavení pomocí seřizovacího šroubu. Tento seřizovací šroub je navíc ve většině případů přístupný i v případě, kdy je čerpadlo namontované na motoru. Pokud jde současně i o navýšení maximálních otáček, jedná se již o náročnější operaci, při které je zapotřebí zvětšit předpětí pružin u omezovacího regulátoru. Ve většině případů je zapotřebí při této operaci vstřikovací čerpadlo vymontovat z vozidla a alespoň částečně ho rozmontovat. Při odhalování těchto neoprávněných zásahů je zapotřebí začít u kontroly samotných seřizovacích šroubů a také šroubů umožňujících rozmontování samotného vstřikovacího čerpadla. U vstřikovacích čerpadel je již při výrobě a také při opravách nastavovaná na zkušebním stavu mimo jiné jak maximální dávka paliva, tak i maximální omezovací otáčky. Po tomto nastavení jsou vždy veškeré seřizovací šrouby a šrouby umožňující rozmontování čerpadla zajištěny proti neoprávněným zásahům. Někdy jde o pouhé zakápnutí šroubů barvou, jindy jde o vzájemné provlečení drátu přes provrtané příslušné šrouby, který je na závěr spojen a opatřen plombou se značkou příslušného odborného pracoviště. Na takovéto zajištění se však nelze spolehnout stoprocentně, ovšem pokud je evidentně poškozeno plombování nebo zajišťovací barva, je zde velká pravděpodobnost, že k nějakému neoprávněnému zásahu došlo. Pokud ale chceme objektivně určit, zda byla zvětšena dávka paliva nebo maximální otáčky, je zapotřebí provést další prověřovací kroky. U maximálních otáček jde o jednoduchou proceduru, která je stejná jako při měření emisí. Motor zahřátý na provozní teplotu napojíme na otáčkoměr a pomalu stlačujeme plynový pedál až do maxima. Pokud jsou maximální otáčky v rozmezí stanoveném výrobcem, lze konstatovat, že omezovač je nastaven správně a nedošlo zde k neoprávněnému zásahu. Pokud však otáčky při stlačování plynového pedálu evidentně stoupají nad maximální povolenou hranici, je evidentní, že zde došlo k neoprávněnému zásahu nebo k poruše na omezovači otáček. V takovém případě je z důvodu nebezpečí vážného poškození motoru lepší nepokračovat ve stlačování plynového pedálu a nezkoušet, kdy dojde k omezení otáček omezovačem. Pokud se však z motoru ozývají nestandardní zvuky již při volnoběhu nebo v průběhu akcelerování, není jistota dobrého stavu převodu ventilového rozvodu a není dostatečné množství mazacího oleje, není vhodné takovouto zkoušku maximálních otáček z důvodu nebezpečí vážného poškození motoru vůbec provádět. Pokud jde o prokázání, zda byla zvětšena dávka paliva, je již zapotřebí provést poněkud složitější prověřování. Samotné zvýšení dávky paliva, kromě toho, že zvyšuje výkonové parametry motoru také vlivem špatného prohoření paliva způsobuje větší kouřivost. Lze to tedy odhalit, zvláště pokud máme zkušenosti s daným

typem vozidla zkušební jízdou. Nejlépe to pak poznáme, pokud zkušební jízdu provádíme vždy na stejné trase, pokud možno v nějakém výrazném stoupání, aby bylo zajištěno dostatečné zatížení motoru. Takovéto vozidlo se zvýšenou dávkou paliva má oproti vozidlu, kde neoprávněný zásah nebyl proveden, evidentně větší akceleraci a současně je při této akceleraci zvýšená kouřivost. Obecně platí, že čím větší zatížení a rychlejší sešlápnutí plynového pedálu, tím větší je kouřivost. Je zapotřebí si ale uvědomit, že i když máme velké zkušenosti s daným typem vozidla, jde pouze o subjektivní prověřování. Objektivně lze zvýšení výkonových parametrů motoru prověřit na válcové zkušebně a kouřivost pomocí opacimetru. Pokud tedy výkonové parametry a současně kouřivost výrazně přesahuje udávané hodnoty výrobcem, pak je velmi pravděpodobné, že došlo ke zvýšení dávky paliva. Pokud však chceme odhalit zvýšení dávky paliva se stoprocentní jistotou, je zapotřebí provést přímé měření vstřikované dávky. Při této operaci je zapotřebí vstřikovací čerpadlo vymontovat z vozidla a následně pak na zkušebním stavu zkontrolovat skutečné množství vstřikovaného paliva, což tuto metodu současně činí nejnáročnější.

Elektronicky řízené vstřikovací systémy

U elektronicky řízených vstřikovacích systémů se zvýšení výkonových parametrů motoru provádí zásahem do elektronického řídicího systému. Ve většině případů se jedná přímo o softwarový zásah do řídicí jednotky. Zde je možné provádět nejen zvyšování dávky paliva a zvyšování maximálních otáček, ale také upravovat časování předstřiku v celém rozsahu otáček a v případě přeplňovaných motorů i navyšování plnicího tlaku. Další způsob, který se používá většinou pouze u starších elektronicky řízených vstřikovacích systémů, je úprava informace o množství nasávaného vzduchu. Na elektrickém vedení mezi snímačem množství nasávaného vzduchu a řídicí jednotkou je napojeno zařízení, které zkresluje signál. Do řídicí jednotky pak jde signál, který udává větší hodnotu množství nasávaného vzduchu než je skutečnost, což následně způsobuje oproti původnímu provedení zvýšenou dávku paliva. Takovéto neoprávněné zásahy lze nepřímo odhalovat stejně jako u mechanicky řízených vstřikovacích systémů. Tedy měřením výkonových parametrů a kouřivosti motoru. Přímě lze softwarový zásah odhalovat poměrně obtížně. Je k tomu zapotřebí příslušné elektronické komunikační zařízení, které je schopno v řídicí jednotce identifikovat aktuální software a případné zásahy. Je k tomu také zapotřebí znát informace o původním softwaru daného typu vozidla, kterým bylo vozidlo vybaveno ve výrobě. To však nejsou běžné servisní informace, a proto je zapotřebí bližší spolupráce s výrobcem. Při odhalování zařízení, které

zkresluje měřenou hodnotu snímače množství nasávaného vzduchu, není zapotřebí žádné speciální vybavení. Jde o zásah v elektroinstalaci mezi snímačem množství nasávaného vzduchu a řídicí jednotkou, který lze vizuálně odhalit. Záleží pouze na tom, jak je daná část elektroinstalace u daného vozidla přístupná a jak precizně byl neoprávněný zásah proveden. Pokud však nechceme pátrat po neoprávněném zásahu v elektroinstalaci přímo, můžeme jednoduše změřit odpor elektrického vedení. V tomto případě tedy odpojíme snímač množství nasávaného vzduchu a řídicí jednotku a zkontrolujeme odpor jednotlivých propojovacích kabelů. Pokud je u některého s propojovacích kabelů naměřen větší odpor, než jaký je obvyklý, svědčí to o tom, že je na tomto vedení napojeno nějaké neoprávněné zařízení. V některých případech může také jít o vadné vedení, což je zapotřebí následně prověřit.

Je zapotřebí se také zmínit o tom, že ne všechny zásahy, které vylepšují výkonové parametry motoru, jsou neoprávněné. V takovém případě se jedná o schválenou úpravu, která zahrnuje nejen změnu softwarového vybavení řídicí jednotky, ale ve většině případů také úpravy na mechanických částech motoru. U takovýchto povolených úprav musí být zkouškou zaručeno, že vozidlo i nadále plní stejné emisní limity, které plnilo před úpravou. Navíc je zvýšení výkonu u takového vozidla zaznačeno v technickém průkazu.

3.2 Zásahy do systémů snižujících škodlivé emise

EGR systém

Při poruše nebo nesprávné funkci systému EGR je snahou některých mechaniků tento systém vyřadit z činnosti. Je to možné provést jednoduchým odpojením ovládání EGR ventilu. Tedy v případě podtlakového ovládání jednoduchým odpojením podtlakové hadičky a v případě elektrického ovládání odpojením konektoru. Oba tyto způsoby je tedy možné jednoduchou vizuální kontrolou odhalit. Navíc u elektrického ovládání není tento způsob příliš vhodný, protože je systém většinou monitorován palubní diagnostikou a odpojení je detekováno a následně signalizováno kontrolkou závad. Mnohem častěji se používá způsob, kdy se odmontuje EGR ventil, zaslepí se kanál, kterým proudí výfukové plyny do sání, a opět se EGR ventil namontuje. Takovýto zásah je možné odhalit pouze po opětovné demontáži EGR ventilu a prověřením průchodnosti kanálu. Dá se říci, že jakékoli vyřazování EGR systému z činnosti je možné pouze u starších vozidel. U novějších vozidel s diagnostickým systémem OBD je funkce EGR systému průběžně kontrolována a jakýkoli

zásah do jeho funkce by byl automaticky odhalen, zapsán do paměti závad a signalizován kontrolkou závad.

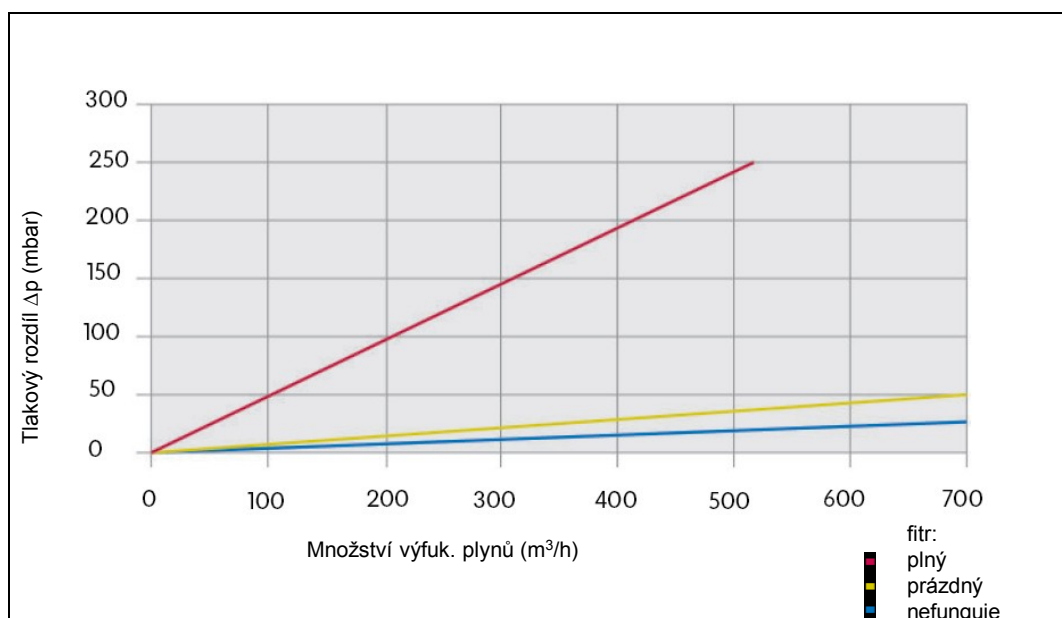
Oxidační katalyzátor

Vlivem nesprávné funkce vstřikovacího systému nebo zvýšenou spotřebou mazacího oleje, může docházet k zanášení a následně i k vážnému poškození katalyzátoru. Takový katalyzátor jednak neplní svojí funkci a také klade zvýšený odpor výfukovým plynům, což se projevuje sníženým výkonem, a proto vzniká potřeba katalyzátor odstranit. Dá se to provést jednoduchým způsobem tak, že je katalyzátor z výfukového potrubí odříznut a volné místo je nahrazeno prostou trubkou. Takový zásah je však po bližším ohledání jednoduše odhalen. O neoprávněném zásahu tedy svědčí samotná absence nádoby katalyzátoru a nepůvodní svarové spoje v místě, kde je obvykle katalyzátor. Druhá možnost je, že se část výfuku s katalyzátorem demontuje jako díl, následně se velkým průměrem vrtáku přes vnitřní část katalyzátoru vytvoří díra, nebo se celá vnitřní část vytluče tak, aby mohly výfukové plyny volně procházet. Poté se opět celý díl výfuku namontuje zpět. Takovýto neoprávněný zásah pak není možné bez opětovné demontáže části výfukového traktu jednoduše odhalit. Přesto existuje možnost jak funkci katalyzátoru prověřit bez úplné demontáže. Využívá se zde samotné podstaty funkce oxidačního katalyzátoru, tedy katalytického hoření. Nejprve musíme zajistit vstup do výfukového potrubí před katalyzátorem. To je možné buď rozpojením výfuku před katalyzátorem, anebo v případě systému s lambda sondou využít otvor po její demontáži. Současně je také zapotřebí instalovat na koncovku výfuku odsávání a zajistit tím ve výfukovém potrubí tah. Následně zahřejeme katalyzátor alespoň na teplotu 200 – 250 °C. Toho docílíme, pokud budeme horkovzdušnou pistolí foukat přímo do vnitřní části katalyzátoru po dobu přibližně jedné minuty. Následně vezmeme rozprašovač s uhlovodíkovým palivem a vstříkujeme toto palivo v malých dávkách přímo do nitra katalyzátoru. Pokud je katalyzátor v pořádku, dojde při vstřikování paliva ke katalytickému hoření, čímž teplota v katalyzátoru prudce stoupá nad 600 °C. Vlivem tahu ve výfuku způsobený odsáváním přirozeně stoupá teplota i v prostoru za katalyzátorem. Tuto teplotu měříme vhodným teploměrem, nebo v případě vozidel s filtrem pevných částic (ta mají ve většině případů snímač teploty) můžeme tuto teplotu sledovat pomocí diagnostického přístroje. Pokud je však katalyzátor umístěn tak, že na jeho voštinový nosič přímo vidíme, není zapotřebí ani měřit teplotu. Pokud je totiž katalyzátor zcela funkční, tak se po vstříknutí uhlovodíkového paliva voštinový nosič rozzáří podobně jako žhavé železo. Při takovéto zkoušce oxidačního katalyzátoru je zapotřebí si počínat velmi opatrně. Palivo se musí vstříkovat jen ve velmi malém množství

a po krátkou dobu. V případě velkého množství vstřikovaného paliva by mohlo dojít k poškození samotného katalyzátoru nebo také k tepelnému poškození odsávací hadice.

Filtr pevných částic (DPF)

Filtr pevných částic se přirozeně zanáší i v případě, kdy je motor zcela v pořádku a dochází k pravidelné údržbě. Výrazněji je pak DPF zanášen v případě závady na vstřikovacím systému nebo při zvýšené spotřebě mazacího oleje, kdy je tvorba sazí výrazně zvýšená. Zásadní problém pak vzniká v době, kdy je DPF zanesen natolik, že je zapotřebí provést jeho regeneraci. Pokud je však vozidlo provozováno na velmi krátkých trasách s převážně studeným motorem, nedojde k automatické regeneraci vůbec anebo proběhne jen částečně. Po několika neúplných regeneracích je pak řidiči signalizovaná potřeba provést tak zvanou servisní regeneraci. Pokud je tato potřeba řidičem ignorována a pokud jsou ignorovány i případné závady, které mohou způsobovat výraznější zanášení DPF, může dojít k zanesení DPF takovým způsobem, že ho již není možné regenerovat a filtr je tedy trvale poškozen. Takovýto filtr pak představuje výraznou překážku v proudění výfukových plynů a nastává tedy potřeba tento filtr odstranit. Základní podstata odstraňování DPF je shodná jako při odstraňování oxidačního katalyzátoru. Problém při odstranění DPF vzniká u snímače rozdílu tlaku před filtrem a za filtrem. Tento snímač nejen, že dokáže řídicí jednotku informovat o stupni zanesení DPF, ale současně dokáže odhalit odstraněný filtr (obr. 3.1).



Obr. 3.1: Průběh rozdílu tlaku u DPF v závislosti na průtoku výfukových plynů

Pokud je tedy rozdíl tlaků na úrovni modré čáry (obr. 3.1), je signalizovaná závada na DPF a současně je vozidlo omezováno na výkonu. Proto je při odstranění DPF zapotřebí současně nasimulovat pro řídicí jednotku rozdíl tlaků alespoň na úrovni mírného zanesení, tedy nad žlutou hranici (obr. 3.1). Ve většině případů se provádí softwarový zásah přímo v řídicí jednotce motoru. Takovýto zásah se pak dá odhalovat stejně jako softwarový zásah popsany v kapitole 3.1. Tento neoprávněný zásah se však dá odhalit i jednoduchým odpojením daného snímače. Pokud odpojíme snímač a nastartujeme motor, musí dojít k adekvátnímu zápisu do paměti závad. Pokud však zůstane paměť závad prázdná, je evidentní, že zde došlo k neoprávněnému zásahu. Pokud je však zásah simulující částečné zanesení filtru vytvořen přímo na snímači nebo v jeho bezprostřední blízkosti (před místem možného rozpojení), tak ho touto metodou neodhalíme. Jiný způsob, jak můžeme tento zásah odhalit, je sledování rozdílu tlaků přímo diagnostickým přístrojem. Pokud se tlak nenavýší ani po několika krátkých zkušebních jízdách se studeným startem, je evidentní, že k neoprávněnému zásahu došlo. Naopak, pokud se tlak nesníží po nucené servisní regeneraci, dá se opět předpokládat, že neoprávněný zásah byl proveden. Zde je ale potřeba myslet na to, že filtr může být zanesen nespálitelnými částicemi a v takovém případě nemusí po servisní regeneraci dojít k poklesu tlaku vůbec. Pokud se zaměříme na odhalování, zda byl odstraněn samotný DPF, budeme vycházet ze skutečnosti, že filtr s uzavřenými kanálky má velmi vysokou účinnost (asi 98 %). U vozidla, které má DPF plně funkční, je tedy koncovka výfuku téměř čistá (bez sazí) i pokud má vozidlo najeto kolem sto tisíc kilometrů. Naopak, pokud je koncovka zanesena černými sazemi, je velmi pravděpodobné, že byl DPF odstraněn nebo je popraskaný, a tudíž neplní svojí funkci. Pokud se nespokojíme s tímto subjektivním hodnocením, je zde možnost provést měření kouřivosti. U vozidel s funkčním DPF se součinitel absorpce pohybuje přibližně v rozmezí $0,00 - 0,06 \text{ m}^{-1}$, tedy buď je nulový, nebo maximálně v řádech setin m^{-1} . V případě, kdy je filtr odstraněn nebo popraskaný, tak se součinitel absorpce pohybuje výrazně výše, a to v řádech desetin m^{-1} . Pokud se však ještě na vozidle vyskytují závady ovlivňující spalování, může součinitel absorpce růst ještě daleko více.

SCR systém

SCR systém představuje poměrně složitou a vyspělou technologii, jehož komponenty jsou neustále monitorovány a kontrolovány palubní diagnostikou. Samotný SCR katalyzátor nepotřebuje pro svůj provoz tak vysokou teplotu jako oxidační katalyzátor a DPF, je tedy vždy umístěn až za těmito zařízeními, z čehož vyplývá, že je chráněn před zanášením a není nijak výjimečně tepelně namáhán. A právě tyto důvody mohou

způsobovat to, že doposud nebyl v praxi zaznamenán případ, kdy by byl SCR katalyzátor odstraněn. Problémy však mohou vznikat na straně komponentů, které přijdou do styku s redukčním prostředkem. Jak již bylo zmíněno, redukční prostředek není příliš odolný proti mrazům, proto je při velmi nízkých teplotách zvýšené nebezpečí výskytu závad, které systém SCR paralyzují. Nicméně vyřazení systému SCR z činnosti tak, aby to nebylo na první pohled hned patrné a motor nebyl omezen na výkonu, by představovalo poměrně složitý zásah, který by se nevyplatil.

4. Tvorba škodlivých emisí při poruše či neoprávněném zásahu do emisních systémů

Vstříkovací systém

Při neoprávněném zásahu do vstříkovacího systému se v podstatě vždy jedná o zvýšení dávky paliva. Jak již bylo zmíněno, zvýšení dávky paliva zvyšuje výkonové parametry motoru. To však není bez následků. Navýšení dávky paliva současně způsobuje zvýšení produkce škodlivých složek výfukových plynů. Tím, že motor pracuje s bohatší směsí než je obvyklé, dochází vlivem nedokonalého spalování k větší kouřivosti, větší produkci CO a HC. Zvýšená dávka paliva má také za následek větší teploty a tlaky při spalování a tím také dochází k větší produkci NO_x. Naopak pokud je vstříkovaná dávka paliva menší, produkce veškerých škodlivin klesá. Současně ale také klesají výkonové parametry motoru. Pokud nebyla dávka paliva zvýšena úmyslně, a přesto vše nasvědčuje nesprávnému množství vstříkované dávky, je zapotřebí hledat závadu v samotném vstříkovacím čerpadle a u elektronicky řízených systémů také u některých snímačů. Zejména snímač množství nasávaného vzduchu, teploty motoru, teploty paliva a případně také snímač tlaku paliva a tlaku nasávaného vzduchu. Vliv na nesprávné množství vstříkované dávky mohou mít také chybně nastavené otvírací tlaky vstříkovačů. Budou-li otvírací tlaky příliš nízké, bude vstříkovaná dávka větší a současně zde také vzniká nebezpečí, že vstříkované palivo bude špatně rozprášeno. Naopak, pokud budou otvírací tlaky příliš vysoké, bude vstříkovaná dávka menší. Bude-li některý vstříkovač netěsný, bude do spalovacího prostoru neřízeně odkapávat palivo. Odkapávající palivo není v podstatě rozprášeno vůbec a navíc se do spalovacího prostoru dostává i v době, kdy to není žádoucí (například při výfukovém zdvihu). To pak přirozeně způsobuje nedokonalé spalování a některá část paliva může být dokonce vytlačena do výfuku bez toho, že by

prošla procesem hoření. Taková závada pak způsobuje velmi zvýšenou produkci HC a současně také stoupá i množství CO. Při měření kouřivosti se tato závada bude projevovat zvýšenými hodnotami a současně budou mít jednotlivé naměřené hodnoty kouřivosti mezi sebou značný rozpětí. Pokud bude některý vstřikovač vlivem zadření nebo ucpání zcela nefunkční tak, že do daného válce nebude vstřikováno palivo vůbec, bude se to projevovat mírným snížením škodlivých emisí. Taková závada se však bude daleko výrazněji projevovat sníženým výkonem a nepravidelným chodem, zejména při volnoběžných otáčkách.

Tvorbu škodlivých emisí mimo jiné také ovlivňuje nastavení předstříku. V praxi se občas z důvodu vylepšení studených startů přistupuje ke zvětšení předstříku. Palivo je do spalovacího prostoru vstříknuto dříve před horní úvratí a tím je poskytnut delší čas na jeho vznícení a hoření. Díky tomu klesá množství nespálených HC a také motor méně kouří. Naopak vlivem vyšší teploty ve spalovacím prostoru a delší dobou, po kterou na plyny působí tlak a teplota, dochází ke zvýšené produkci NO_x . Pokud je však předstřík menší nebo je dokonce palivo vstřikováno po horní úvratí, je produkce NO_x menší. Ale vlivem nedokonalého prohoření paliva dochází naopak ke zvýšené kouřivosti a větší produkci HC. Je tedy velmi důležité, aby byl předstřík seřízen na předepsanou hodnotu výrobcem. U moderních elektronicky řízených vstřikovacích systémů je předstřík plynule regulován v závislosti na otáčkách, což přispívá jak k dobrým studeným startům, tak i k dobrým výkonovým a emisním parametrům motoru v celém rozsahu otáček.

EGR systém

V případě, kdy je EGR ventil otvírán jen málo, nebo nedochází k otvírání vůbec, projevuje se to na kouřivosti pozitivně, ale produkce NO_x stoupá. Pokud tedy nejsou do nasávaného vzduchu přimíchávány výfukové plyny vůbec nebo jen velmi málo, dochází vlivem velkého množství vzduchu k lepšímu prohoření paliva, a tedy k menší kouřivosti a menší produkci CO a HC. Naopak vlivem většího množství vzduchu a vyšší teplotě ve spalovacím prostoru dochází k větší produkci NO_x . V případě, kdy dochází k velkému otevření EGR ventilu, nebo je ventil trvale otevřen, dostává se do spalovacího prostoru větší množství výfukových plynů na úkor vzduchu. V důsledku toho jsou pak při hoření nižší teploty a ve spalovacím prostoru je také méně volného kyslíku. To pak způsobuje nižší produkci NO_x , ale vlivem menšího množství kyslíku dochází k větší kouřivosti a větší produkci CO a HC.

Oxidační katalyzátor

Pokud má oxidační katalyzátor sníženou funkci, nebo je zcela odstraněn, dochází přirozeně ke zvýšení produkce CO a HC. Je zapotřebí si také uvědomit, že při správné funkci oxidačního katalyzátoru dochází vlastně ke katalytickému hoření. To tedy způsobuje zvyšování teploty výfukových zplodin. Na základě toho se pak dá předpokládat, že se v takovém katalyzátoru budou spalovat i jiné složky, které jsou ve své podstatě spalitelné. V tomto případě se jedná o PM, které se ve svém základě skládají s nedohořeného uhlíku a uhlovodíků. Z toho tedy vyplývá, že při nefunkčním nebo odstraněném katalyzátoru dochází také k mírnému zvýšení kouřivosti. V případě, kdy je vozidlo vybaveno jak oxidačním katalyzátorem tak filtrem pevných částí, plní oxidační katalyzátor také druhou důležitou funkci. Vznikne-li potřeba regenerovat filtr pevných částic, dochází k doplňkovému vstřikování paliva za horní úvratí (tak zvané sekundární vstřikování). Díky tomu se dostává nespálené palivo do oxidačního katalyzátoru, kde dohořívá a katalyzátor tak funguje jako hořák, který ohřívá filtr pevných částic na potřebnou teplotu při které dochází ke spálení nashromážděných PM. Pokud tedy katalyzátor neplní dostatečně svojí funkci nebo je přímo odstraněn, dochází také k nedokonalé regeneraci filtru pevných částic. To postupem času způsobuje jeho zanesení takovým způsobem, že je zcela ucpán a tedy trvale poškozen.

Filtr pevných částic (DPF)

V případě kdy u DPF neprobíhají regenerace vůbec nebo jen částečně, dochází k jeho nadměrnému zanášení a časem až k úplnému ucpání. Tento samotný stav však nijak produkci škodlivých emisí nezhoršuje. Dochází ale k omezování výkonu motoru a v případě velkého zanesení pak motor nelze ani nastartovat. Pokud je však DPF netěsný (popraskaný) nebo je přímo odstraněn, dochází k navýšení produkce PM. Vozidlo má tedy zvýšenou kouřivost. Zde je potřeba si uvědomit, že vozidla, která jsou vybavena DPF jsou poměrně moderní vozidla s velmi přesným elektronicky řízeným vstřikovacím systémem. Již některá vozidla, která plní emisní normu EURO 4, byla vybavována DPF, u vozidel s emisní normou EURO 5 a výše jsou pak DPF vybaveny všechny. Z toho je tedy patrné, že pokud je vstřikovací systém zcela v pořádku a neproniká nadměrně olej do spalovacího prostoru, není při popraskaném nebo odstraněném DPF zvýšená kouřivost vizuálně pozorovatelná. Lze ji však měřit opacimetrem. Pokud je DPF v pořádku a tedy plně funkční, je součinitel absorpce nulový nebo v řádech setin m^{-1} , pokud je však popraskán nebo odstraněn, pohybuje se součinitel absorpce v řádech desetin m^{-1} .

SCR systém

Pokud dojde k odstranění SCR katalyzátoru nebo k jeho poškození anebo k závadě na systému vstřikování redukčního činidla, dochází přirozeně ke zvýšení produkce NO_x . To se však nijak neprojevuje na kouřivosti, takže to opcimetrem, jakožto běžným zařízením pro měření emisí vznětových motorů, není možné zjistit. Většina SCR systémů je však na výstupu výfukových plynů z redukčního katalyzátoru vybavena snímačem NO_x . Systém je tedy sám schopen kontrolovat vlastní účinnost a v případě, kdy dojde ke snížení účinnosti pod určitou hranici, je tato skutečnost signalizována kontrolkou a do paměti závad je zapsaná příslušná závada.

Mechanický stav motoru

Samotné opotřebení mechanických částí motoru a případné vážnější závady mohou významně ovlivňovat emisní chování vozidla. Pokud dojde k výraznému opotřebení pístové skupiny, k podpálení ventilů, k poškození těsnění hlavy válců nebo k poškození těsnění vstřikovačů, způsobí to výrazné snížení kompresních tlaků. Takovéto snížení tlaků pak způsobuje zhoršení podmínek pro dobré spalování a tedy vyšší produkci HC a PM. Snížení kompresních tlaků se také projevuje obtížnými starty a sníženým výkonem. Naopak vlivem menších tlaků a nižších teplot při nedokonalém spalování dochází ke snížení produkce NO_x .

Pokud vlivem opotřebení dochází k nadměrnému pronikání oleje do spalovacího prostoru, dochází opět ke zvýšené produkci škodlivých emisí. Olej se do spalovacího prostoru dostává nejčastěji přes opotřebované nebo prasklé pístní kroužky, přes opotřebované nebo ztvrdlé těsnící kroužky důlků ventilů nebo přes vadné turbodmychadlo. Takovýto olej působí ve spalovacím prostoru jako další palivo a dochází k jeho nekvalitnímu spalování a tedy nárůstu produkce HC a PM. Množství oleje, které proniká do spalovacího prostoru, je možné poměrně přesně změřit. Pomocí měrky změříme hladinu oleje a po ujetí určitého počtu kilometrů (nejlépe alespoň 1000, ale můžeme zvolit i více, například 5000 km), dolijeme olej na původní hladinu. Toto množství dolitého oleje pak přepočítáme na počet litrů na tisíc kilometrů, což je jednotka, pomocí které se spotřeba oleje udává. Obvykle se u osobních automobilů udává povolená spotřeba 0,5 – 1,0 l oleje na 1000 km. Z praxe je ale známo, že pokud je mechanický stav motoru v pořádku, pohybuje se ve většině případů spotřeba oleje maximálně v rozmezí 0,05 – 0,10 l na 1000 km, tedy daleko méně, než jsou stanovené hodnoty. Pokud se spotřeba oleje blíží k povoleným mezím, tak to ve většině případů značí nadměrné opotřebení nebo i vážnější závadu na motoru. Anž bychom tedy měřili přímo škodliviny výfukových plynů, lze na

základě výsledované spotřeby oleje téměř s jistotou usuzovat i zhoršené emisní chování motoru. Aby bylo měření spotřeby oleje přesné a reálné, je zapotřebí, aby nedocházelo k zevním únikům. V případě takovýchto netěsností je nejprve zapotřebí tyto netěsnosti odstranit a až poté měřit spotřebu oleje.

Další závada, která může ovlivňovat emisní chování motoru, je u přeplňovaných motorů nesprávný tlak v sacím traktu. Ten může být způsobený samotnou netěsností sacího traktu, nebo závadou na turbodmychadlu a jeho regulaci. V případě nízkého tlaku u mechanicky řízených vstřikovacích systémů dochází k tvorbě bohatší směsi, a tedy k nedokonalému spalování. V důsledku toho pak stoupá produkce CO, HC a PM. Naproti tomu produkce NO_x vlivem nižších tlaků a teplot ve spalovacím prostoru klesá. U elektronicky řízených vstřikovacích systémů, kde je snímač množství nasávaného vzduchu i snímač tlaku v sacím potrubí, k tvorbě bohatší směsi nedochází, tudíž nedochází ani k ovlivňování emisí. Taková závada se pak projevuje pouze sníženými výkonovými parametry motoru. V případě zvýšeného plnicího tlaku, což může být způsobeno pouze závadou na regulaci turbodmychadla, dochází vlivem většího množství vzduchu a vyšších tlaků ve spalovacím prostoru k lepšímu prohoření paliva. To způsobuje menší produkci CO, HC i PM. Naopak produkce NO_x vlivem větší teploty a tlaku ve spalovacím prostoru stoupá.

U všech závad, které způsobují zhoršené emisní chování motoru, musíme brát v potaz, zda je konkrétní vozidlo vybaveno zařízeními pro následnou úpravu výfukových plynů. Pokud jsou totiž takovými zařízeními vybaveny (ve většině případů se jedná o oxidační katalyzátor a DPF) a jsou plně funkční, mohou případnou zvýšenou produkci škodlivin eliminovat. Z koncovky výfuku pak mohou vycházet zplodiny, které nenasvědčují žádné závadě. Zhoršenými emisemi se většinou závady projeví, až pokud jsou většího rozsahu a v době, kdy už poškozují, nebo dokonce trvale poškodily jednotlivá zařízení pro následnou úpravu výfukových plynů. Z tohoto hlediska jsou výhodnější vozidla, která nejsou vybavena žádným zařízením pro následnou úpravu výfukových plynů. U takovýchto vozidel se případné závady projevují zhoršeným emisním chováním již v počátku vzniku.

5. Experimentální měření a jejich vyhodnocení

5.1 Experiment k posouzení rozpětí hodnot „k“ a „ta“

Pro tyto účely jsem provedl 12 měření hodnoty „k“ a „ta“ na pěti vozidlech. Aby bylo měření objektivní, volil jsem pouze vozidla, o kterých jsem věděl, že je na nich prováděna pravidelná údržba, jsou bez závad a nejsou vybavena DPF. K měření jsem využil přístroj popsáný v kapitole 1.1.1, tedy standardní vybavení stanice měření emisí.

Seznam vozidel použitých k experimentu:

- BMW 330
- AUDI A3
- ŠKODA OCTAVIA I
- AUDI A6
- ŠKODA OCTAVIA II

5.1.1 Vyhodnocení naměřených hodnot

Pro vyhodnocení naměřených hodnot je zapotřebí stanovit nejistotu měření. Nejistota měření vyjadřuje rozpětí, v kterém se s určitou pravděpodobností naměřené hodnoty vyskytují. Standardní nejistota se dělí na standardní nejistoty typu A a B.

Standardní nejistota typu A (u_A) je způsobována mnoha náhodnými malými chybami při měření, přičemž její příčiny se všeobecně považují za neznámé. Je vyjádřena směrodatnou odchylkou výběrových průměrů dle vzorce 2 a stanovuje se z opakovaných měření dané veličiny za stejných podmínek. Nejistota typu A se zmenšuje se stoupajícím počtem provedených měření. Nejmenší počet měření pro určení nejistoty typu A je 10. Pokud je počet měření menší, je také menší věrohodnost nejistoty. Standardní nejistota typu A je směrodatná odchylka výběrových průměrů, a proto jsem pro výpočet využil program Excel a funkci SMODCH.VÝBĚR.

$$u_A = s(\bar{y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

$s(\bar{y})$ - směrodatná odchylka výběrových průměrů

n – počet provedených měření

y_i – hodnota i -tého měření

\bar{y} - aritmetický průměr naměřených hodnot

Standardní nejistota typu B (u_B) je způsobena především nedokonalostí měřicího přístroje. Pro její určení se tedy vychází z technické dokumentace měřicího přístroje (vzorec 3) a nezávisí na počtu provedených měření jako v případě nejistoty typu A.

$$u_B = \frac{TP}{100} \cdot y_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

TP – třída přesnosti měřicího přístroje (v tomto případě pro hodnotu „k“ $\pm 6\%$ tedy

TP = 12 a pro hodnotu „ta“ $\pm 0,2\%$ tedy TP = 0,4)

y_{max} – maximální hodnota, kterou je přístroj schopen měřit s danou přesností (v tomto případě pro hodnotu „k“ $y_{max} = 2,5 \text{ m}^{-1}$ a pro hodnotu „ta“ $y_{max} = 99,99 \text{ s}$)

Standardní nejistota typu B pro hodnotu „k“:

$$u_B(k) = \frac{TP}{100} \cdot y_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{12}{100} \cdot 2,5 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \underline{0,1732 \text{ m}^{-1}}$$

Standardní nejistota typu B pro hodnotu „ta“:

$$u_B(ta) = \frac{TP}{100} \cdot y_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{100} \cdot 99,99 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \underline{0,2309 \text{ s}}$$

Z nejistot typu A a B se dále pomocí vzorce 4 určí kombinovaná standardní nejistota (u_C).
Dále lze pomocí vzorce 5 a 6 určit dolní a horní mez intervalu měřené hodnoty.

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (4)$$

$$DMI = \bar{y} - \frac{u_C}{2} \quad (5)$$

$$HMI = \bar{y} + \frac{u_C}{2} \quad (6)$$

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla BMW 330

Tab. 5.1: Základní údaje vozidla

Rok výroby	2001
Počet najetých km	265613
Typ motoru	306 D1
Zdvihový objem	2926 cm ³
Maximální výkon / při otáčkách	135 kW / 4000 min ⁻¹
Povolená hodnota „k“	2,00 m ⁻¹
Volnoběžné otáčky	650 – 850 min ⁻¹
Maximální otáčky	4450 – 4900 min ⁻¹

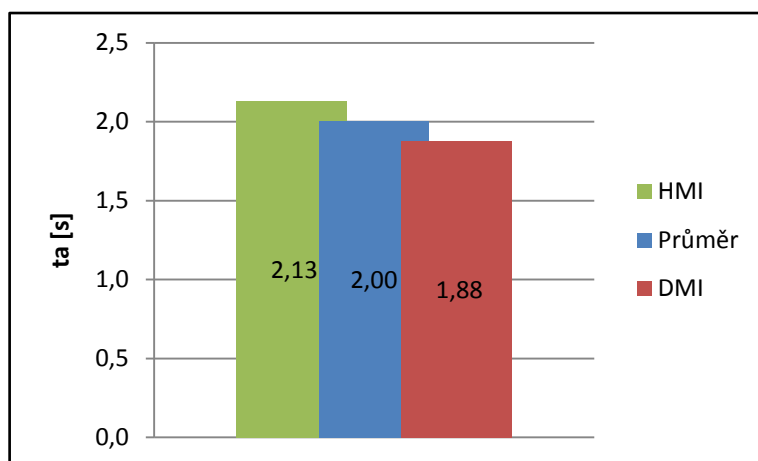
Tab. 5.2: Výsledky měření

Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	2,07	2,27
2	1,93	1,71
3	1,93	1,43
4	1,81	1,45
5	1,97	1,58
6	2,16	1,76
7	2,19	2,07
8	2,08	2,09
9	2,04	0,83
10	1,93	0,92
11	2,01	0,88
12	1,93	0,92
Průměr	2,00	1,49

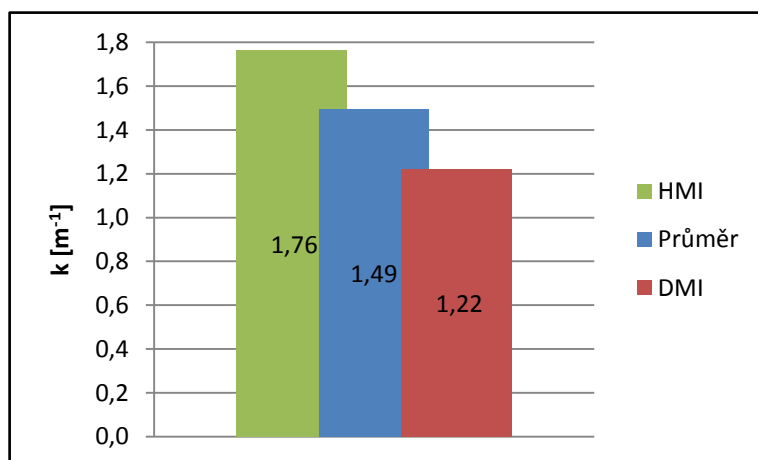
Na základě naměřených hodnot (tab. 5.2) jsem vypočítal pomocí výše zmíněných vztahů kombinovanou standardní nejistotu (u_C) a dolní a horní mez intervalů hodnot „ t_a “ a „ k “ vůči průměrné hodnotě (tab. 5.3). Graficky jsou tyto výsledky vyjádřeny na obr. 5.1 a 5.2.

Tab. 5.3: Vypočítané nejistoty a meze intervalu

	t_a [s]	k [m ⁻¹]
u_A	0,11	0,51
u_B	0,23	0,17
u_C	0,26	0,54
DMI	1,88	1,22
HMI	2,13	1,76

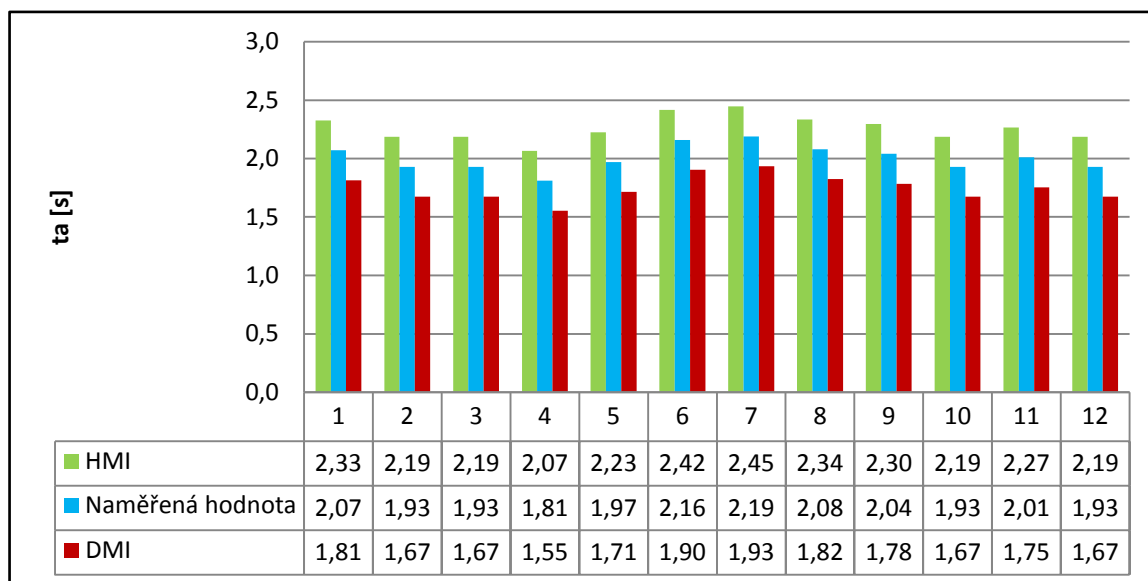


Obr. 5.1: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ t_a “ vůči průměrné hodnotě



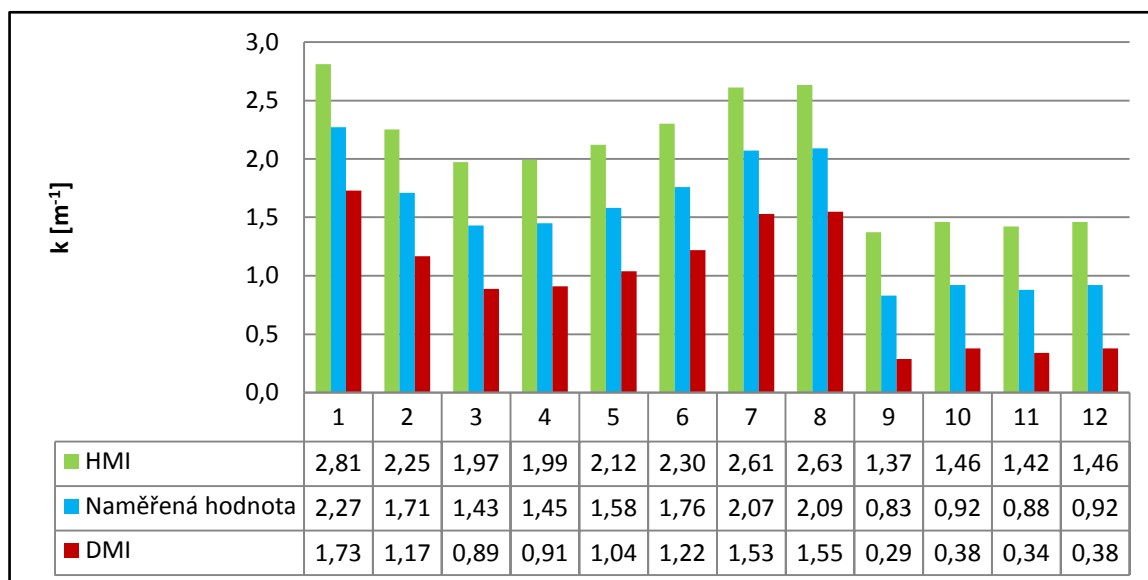
Obr. 5.2: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ k “ vůči průměrné hodnotě

Na obr. 5.3 a 5.4 je znázorněno, v jakých intervalech se můžou pohybovat skutečné hodnoty „ta“ a „k“ vůči jednotlivým naměřeným hodnotám.



Obr. 5.3: Mezní hodnoty „ta“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „ta“ je v tomto případě **0,9** s.



Obr. 5.4: Mezní hodnoty „k“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „k“ je v tomto případě **2,52 m⁻¹**.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla AUDI A3

Tab. 5.4: Základní údaje vozidla

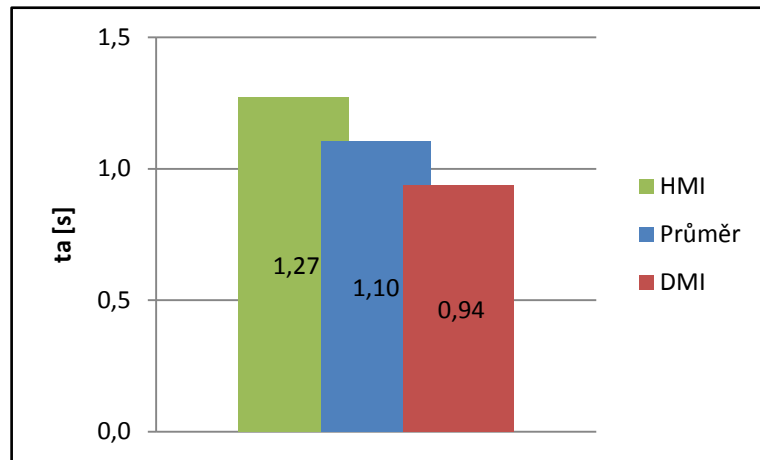
Rok výroby	1999
Počet najetých km	249253
Typ motoru	ALH
Zdvihový objem	1896 cm ³
Maximální výkon / při otáčkách	66 kW / 3750 min ⁻¹
Povolená hodnota „k“	0,90 m ⁻¹
Volnoběžné otáčky	860 – 940 min ⁻¹
Maximální otáčky	4800 – 5200 min ⁻¹

Tab. 5.5: Výsledky měření

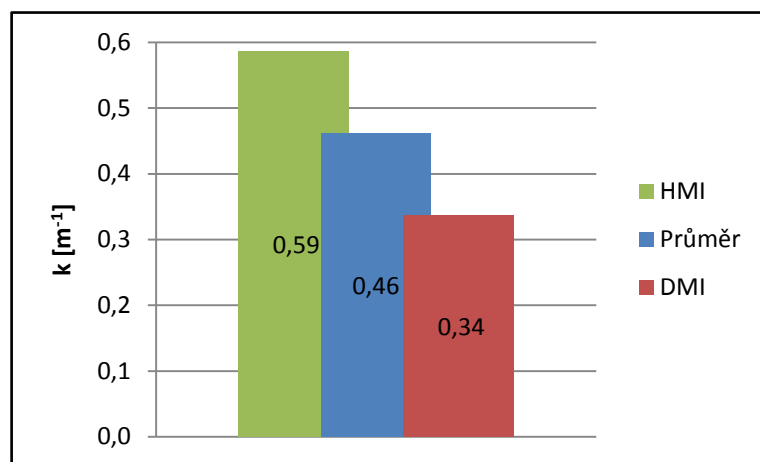
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	1,01	0,91
2	0,88	0,62
3	1,04	0,54
4	0,90	0,62
5	1,67	0,35
6	1,04	0,35
7	1,04	0,37
8	1,01	0,38
9	1,05	0,32
10	1,02	0,37
11	1,04	0,36
12	1,55	0,35
Průměr	1,10	0,46

Tab. 5.6: Vypočítané nejistoty a meze intervalu

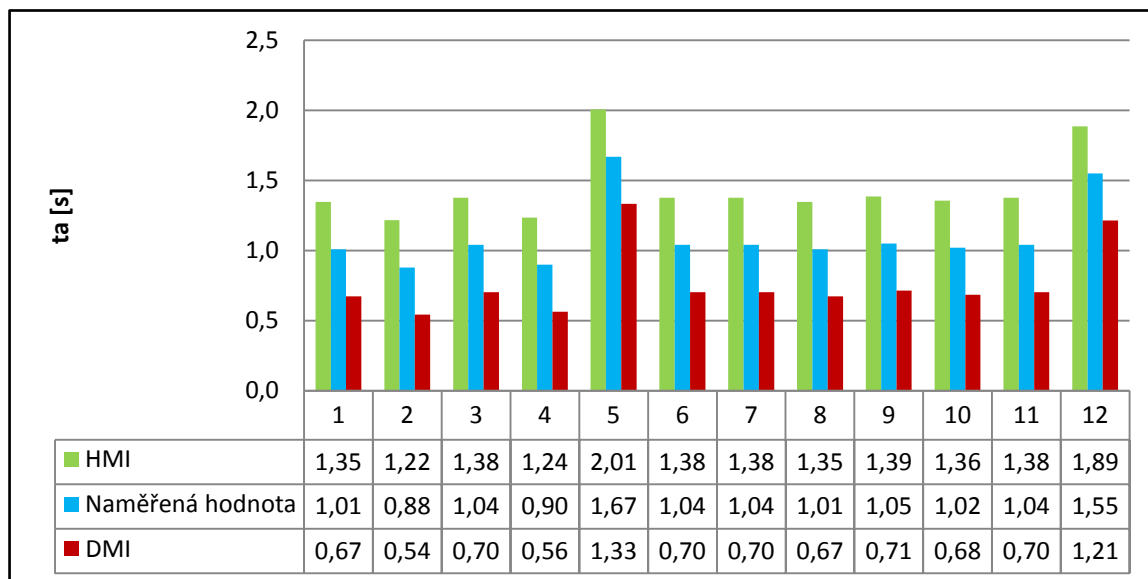
	ta [s]	k [m ⁻¹]
u _A	0,24	0,18
u _B	0,23	0,17
u_C	0,34	0,25
DMI	0,94	0,34
HMI	1,27	0,59



Obr. 5.5: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ t_a “ vůči průměrné hodnotě

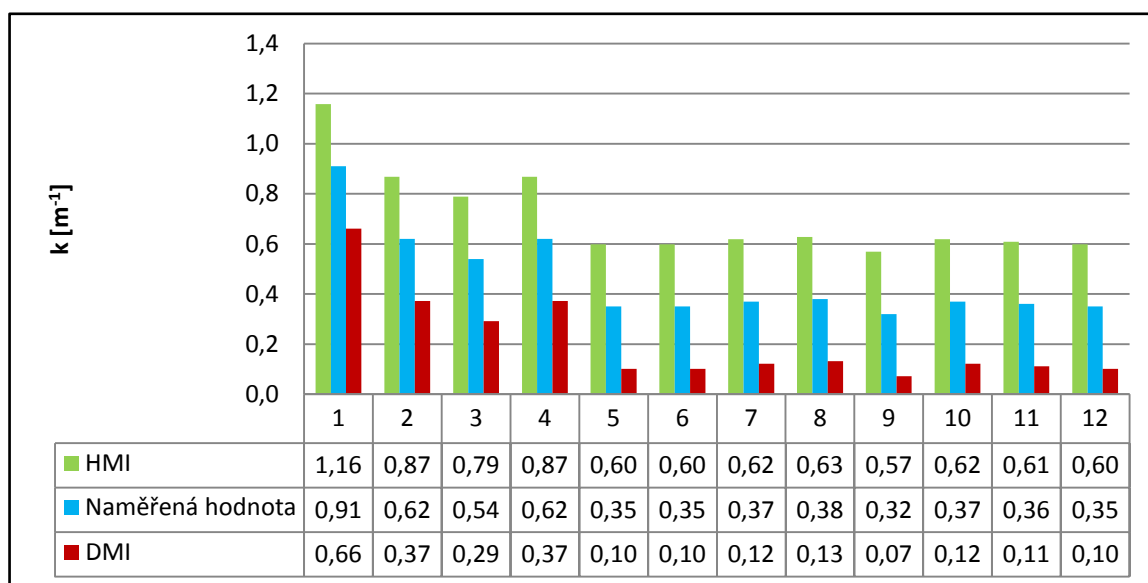


Obr. 5.6: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ k “ vůči průměrné hodnotě



Obr. 5.7: Mezní hodnoty „ta“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „ta“ je v tomto případě **1,47 s**.



Obr. 5.8: Mezní hodnoty „k“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „k“ je v tomto případě **1,09 m⁻¹**.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla ŠKODA OCTAVIA I

Tab. 5.7: Základní údaje vozidla

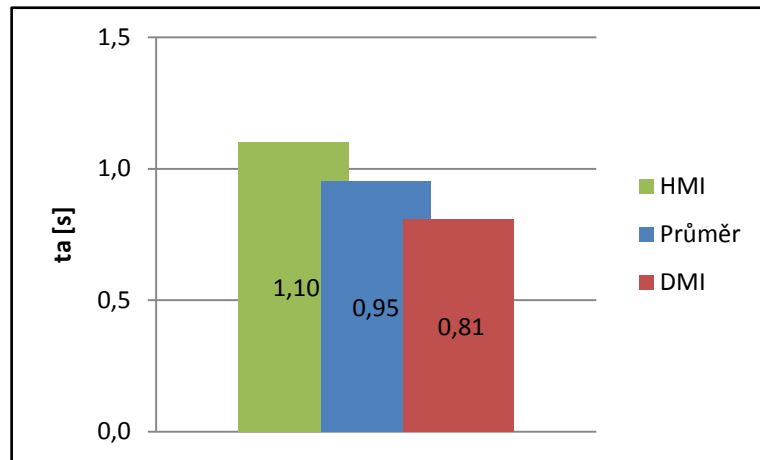
Rok výroby	2003
Počet najetých km	211490
Typ motoru	ASZ
Zdvihový objem	1896 cm ³
Maximální výkon / při otáčkách	96 kW / 4000 min ⁻¹
Povolená hodnota „k“	0,90 m ⁻¹
Volnoběžné otáčky	800 – 1000 min ⁻¹
Maximální otáčky	4900 – 5300 min ⁻¹

Tab. 5.8: Výsledky měření

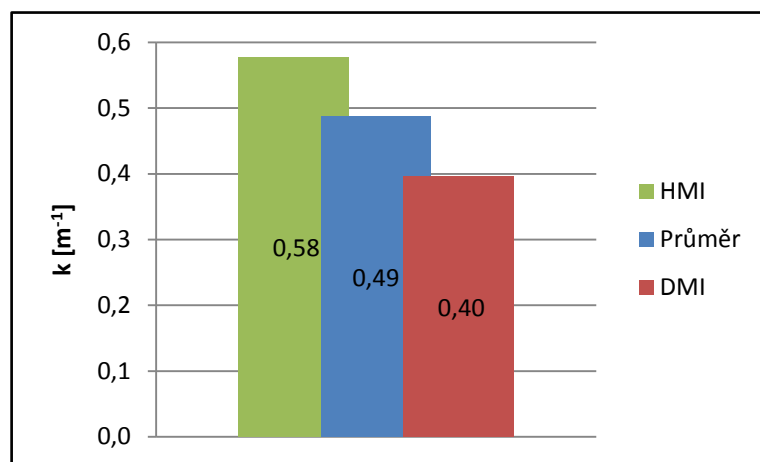
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	1,49	0,53
2	0,93	0,51
3	1,00	0,51
4	1,00	0,48
5	0,77	0,55
6	0,92	0,53
7	0,82	0,52
8	0,94	0,45
9	0,90	0,52
10	0,83	0,44
11	0,92	0,39
12	0,92	0,41
Průměr	0,95	0,49

Tab. 5.9: Vypočítané nejistoty a meze intervalu

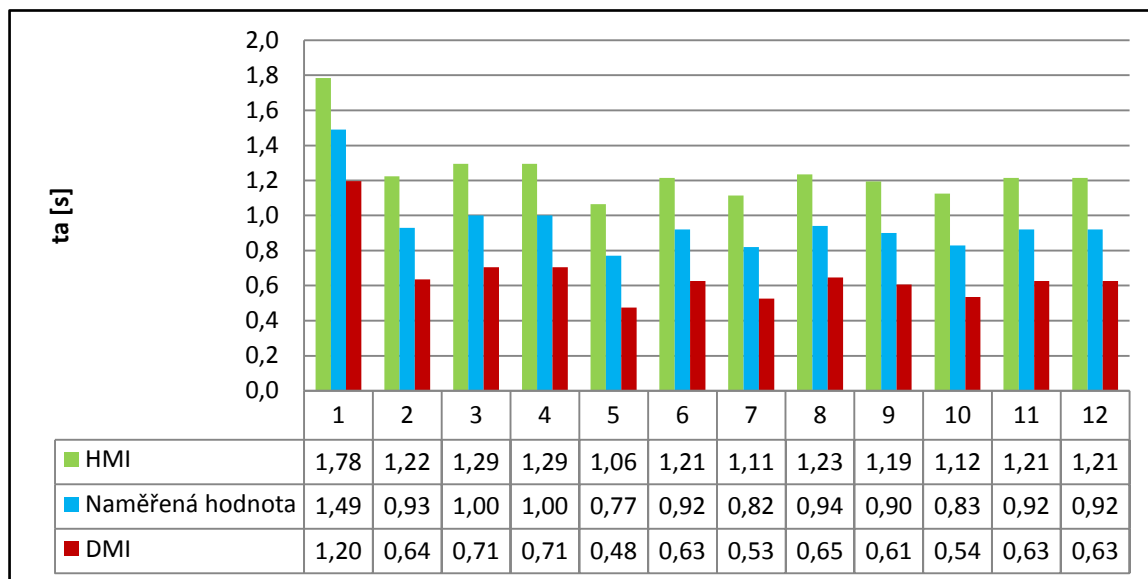
	ta [s]	k [m ⁻¹]
u _A	0,18	0,05
u _B	0,23	0,17
u_C	0,29	0,18
DMI	0,81	0,40
HMI	1,10	0,58



Obr. 5.9: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ t_a “ vůči průměrné hodnotě

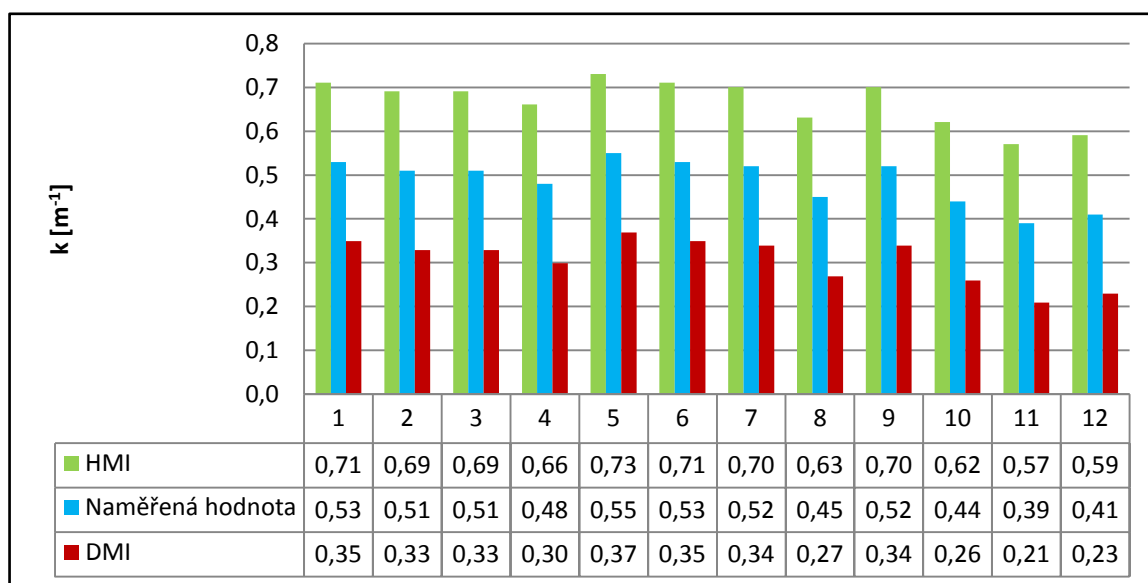


Obr. 5.10: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ k “ vůči průměrné hodnotě



Obr. 5.11: Mezní hodnoty „ta“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „ta“ je v tomto případě **1,3 s**.



Obr. 5.12: Mezní hodnoty „k“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „k“ je v tomto případě **0,52 m⁻¹**.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla AUDI A6

Tab. 5.10: Základní údaje vozidla

Rok výroby	2008
Počet najetých km	131679
Typ motoru	BPP
Zdvihový objem	2698 cm ³
Maximální výkon / při otáčkách	132 kW / 3300 min ⁻¹
Povolená hodnota „k“	1,30 m ⁻¹
Volnoběžné otáčky	660 – 860 min ⁻¹
Maximální otáčky	3750 – 4150 min ⁻¹

Tab. 5.11: Výsledky měření

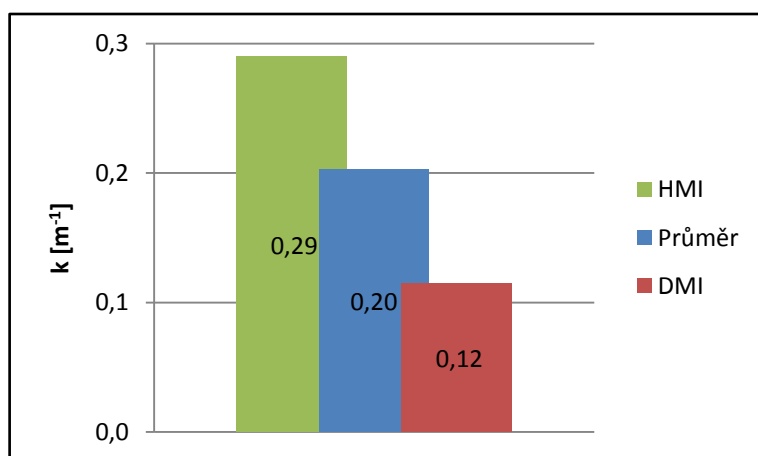
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	2,69	0,23
2	2,74	0,22
3	2,47	0,22
4	2,71	0,22
5	2,84	0,23
6	2,69	0,22
7	2,65	0,20
8	2,59	0,20
9	2,64	0,18
10	2,62	0,17
11	2,74	0,18
12	2,64	0,16
Průměr	2,67	0,20

Tab. 5.12: Vypočítané nejistoty a meze intervalu

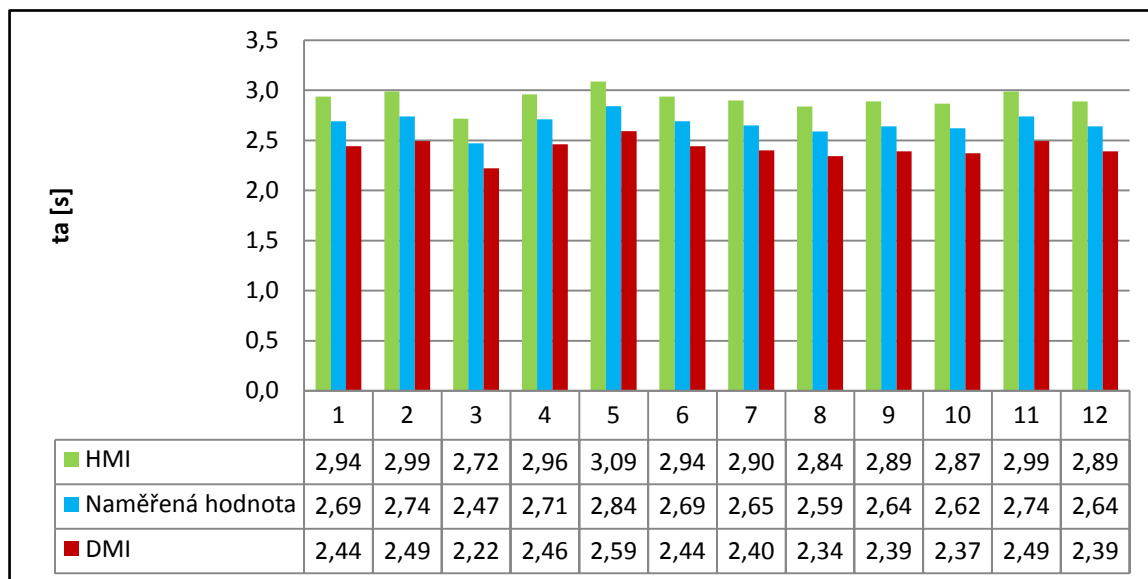
	ta [s]	k [m ⁻¹]
u _A	0,09	0,02
u _B	0,23	0,17
u_C	0,25	0,17
DMI	2,54	0,12
HMI	2,79	0,29



Obr. 5.13: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ta“ vůči průměrné hodnotě

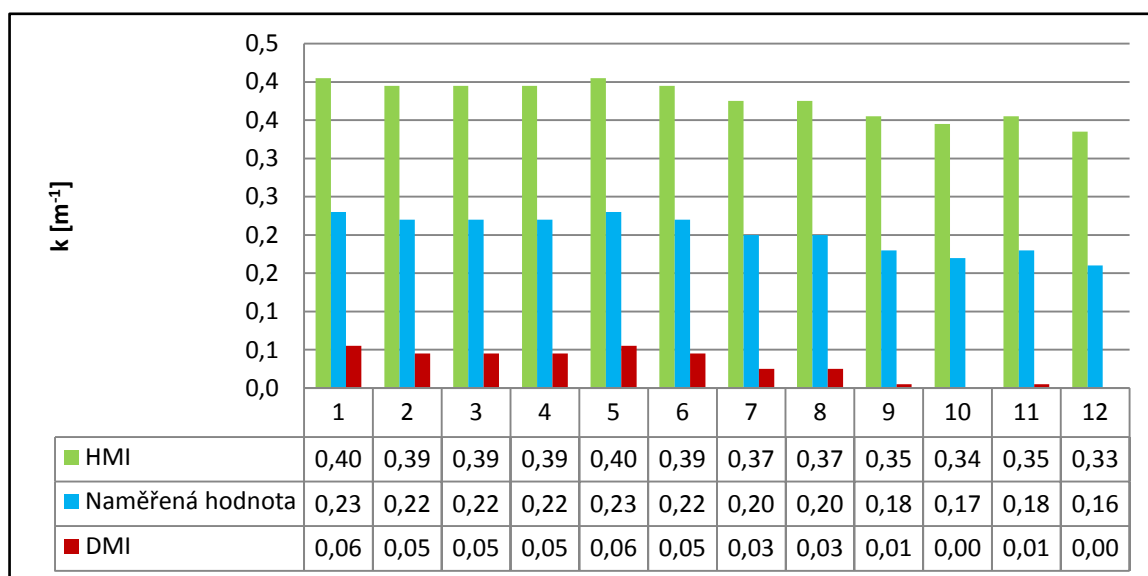


Obr. 5.14: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „k“ vůči průměrné hodnotě



Obr. 5.15: Mezní hodnoty „ta“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „ta“ je v tomto případě **0,87 s**.



Obr. 5.16: Mezní hodnoty „k“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „k“ je v tomto případě **0,40 m⁻¹**.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla ŠKODA OCTAVIA II

Tab. 5.13: Základní údaje vozidla

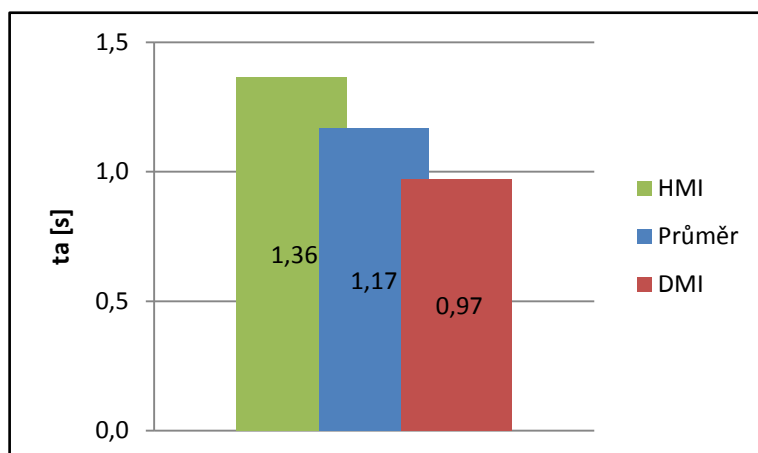
Rok výroby	2008
Počet najetých km	229321
Typ motoru	BKD
Zdvihový objem	1968 cm ³
Maximální výkon / při otáčkách	103 kW / 4000 min ⁻¹
Povolená hodnota „k“	1,20 m ⁻¹
Volnoběžné otáčky	760 – 960 min ⁻¹
Maximální otáčky	4600 – 5000 min ⁻¹

Tab. 5.14: Výsledky měření

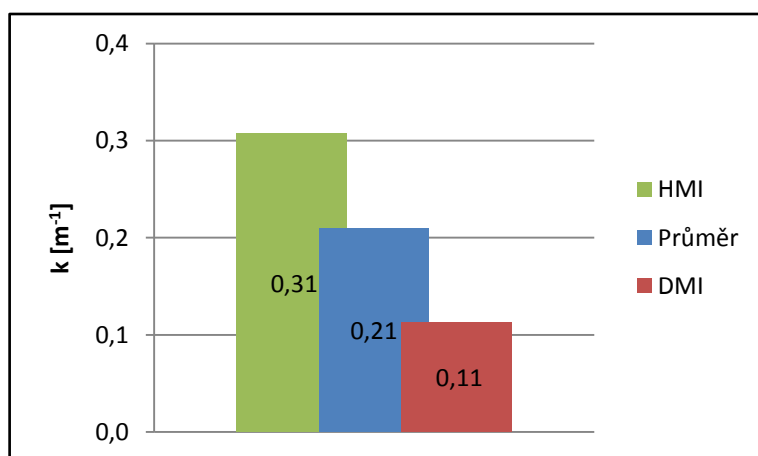
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	1,10	0,38
2	0,94	0,31
3	0,89	0,32
4	0,79	0,28
5	2,07	0,19
6	1,10	0,16
7	1,25	0,16
8	1,14	0,16
9	1,13	0,14
10	1,13	0,14
11	1,21	0,15
12	1,25	0,13
Průměr	1,17	0,21

Tab. 5.15: Vypočítané nejistoty a meze intervalu

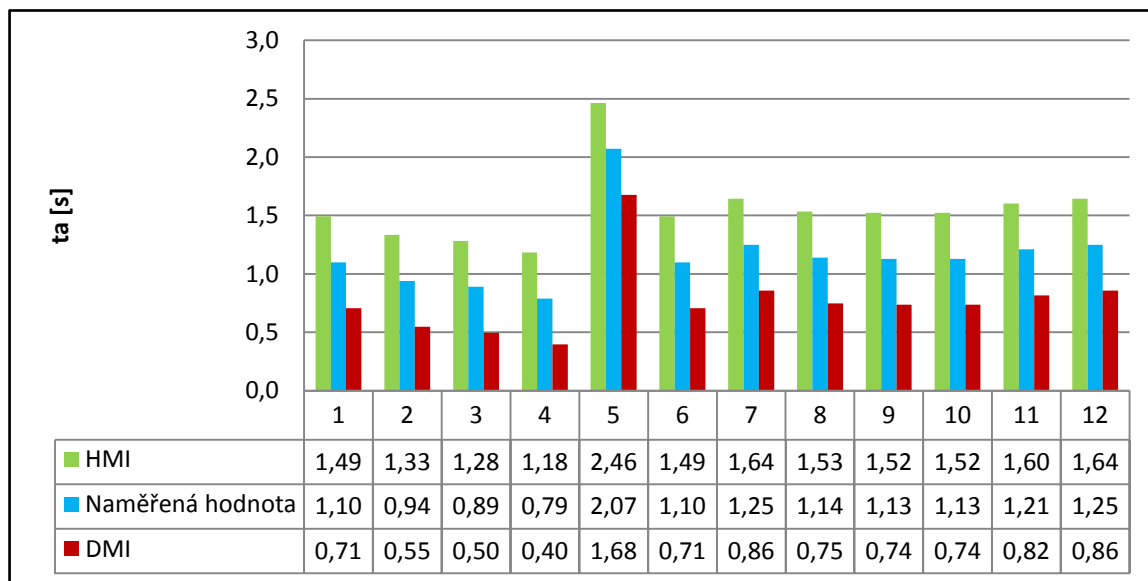
	ta [s]	k [m ⁻¹]
u _A	0,32	0,09
u _B	0,23	0,17
u_C	0,39	0,19
DMI	0,97	0,11
HMI	1,36	0,31



Obr. 5.17: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ t_a “ vůči průměrné hodnotě

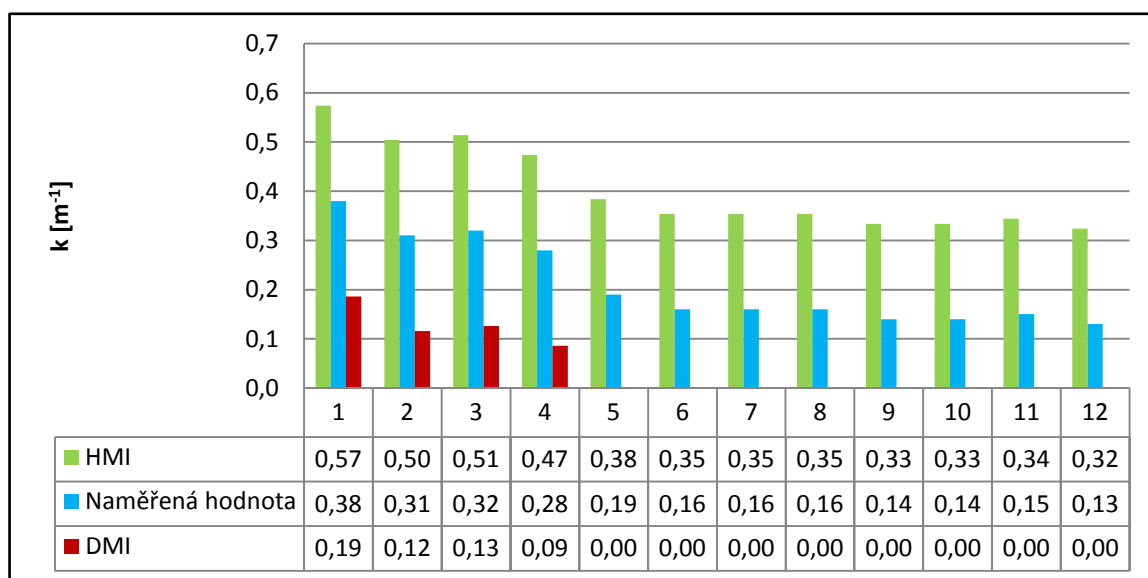


Obr. 5.18: Grafické vyjádření HMI a DMI hodnoty „ k “ vůči průměrné hodnotě



Obr. 5.19: Mezní hodnoty „ta“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „ta“ je v tomto případě **2,06 s**.



Obr. 5.20: Mezní hodnoty „k“ vůči naměřeným

Rozdíl mezi nejvyšší možnou a nejnižší možnou hodnotou „k“ je v tomto případě **0,57 m⁻¹**.

5.1.2 Zhodnocení výsledků

V tab. 5.16 jsou uvedeny kombinované standardní nejistoty a rozdíly mezi největší možnou a nejnižší možnou hodnotou „ta“ z dvanácti naměřených hodnot u každého vozidla. Z těchto výsledků by se tedy dala navrhnout limitní hodnota rozpětí jednotlivých hodnot „ta“ při pravidelném měření emisí, která by v sobě bezpečně obsahovala možné odchylky. V takovém případě by se tedy muselo vycházet z největšího možného rozdílu, který představuje vozidlo ŠKODA OCTAVIE II s hodnotou 2,06 s. Limit rozpětí by tedy musel být alespoň 2 s, nebo i mírně větší. Při tak velkém limitu rozpětí by ale samotné zavádění tohoto limitu pozbývalo významu. Limit rozpětí spolu s limitem samotné hodnoty „ta“ má za úkol při měření kouřivosti zajistit, aby byl plynový pedál stlačen do maximální polohy během jedné sekundy. Z tohoto důvodu by bylo vhodné, aby byl limit rozpětí hodnot „ta“ maximálně 1 s. V takovém případě by vlivem nepřesností mohlo občas docházet k překročení tohoto limitu, ale na druhé straně by byla zajištěna kontrola nad správným postupem při měření emisí.

Tab. 5.16: Kombinované standardní nejistoty a největší možné rozdíly hodnoty „ta“

Vozidlo	u_c [s]	Největší možné rozdíly [s]
BMW 330	0,26	0,9
AUDI A3	0,34	1,47
ŠKODA OCTAVIA I	0,29	1,3
AUDI A6	0,25	0,87
ŠKODA OCTAVIA II	0,39	2,06

Pomocí naměřených hodnot je možné také navrhnout limit pro samotnou hodnotu „ta“. Zde je tedy přirozené vycházet z největší naměřené hodnoty. Ta byla při experimentu naměřena u vozidla AUDI A6 ve výši 2,84 s. Maximální povolená hodnota „ta“ by tedy u osobních vozidel neměla být větší jak 3 s.

V tab. 5.17 jsou uvedeny kombinované standardní nejistoty a rozdíly mezi největší možnou a nejnižší možnou hodnotou „k“ z dvanácti naměřených hodnot u každého vozidla. Tyto výsledky lze použít k posouzení povoleného rozpětí kouřivosti při jednotlivých měřeních. Již s přesností opacimetru a potažmo z kombinované standardní nejistoty vyplývá, že současná hodnota rozpětí ($0,25 \text{ m}^{-1}$) je příliš nízká. Při takto nízké

hodnotě rozpětí pak může pouze vlivem nejistoty docházet k nesprávnému posouzení stavu, tedy že dané vozidlo emisní kontrole nevyhovuje.

Tab. 5.17: Kombinované standardní nejistoty a největší možné rozdíly hodnoty „k“

Vozidlo	$u_c [m^{-1}]$	Největší možné rozdíly $[m^{-1}]$
BMW 330	0,54	2,52
AUDI A3	0,25	1,09
ŠKODA OCTAVIA I	0,18	0,52
AUDI A6	0,17	0,40
ŠKODA OCTAVIA II	0,19	0,57

Pokud by však byla hodnota rozpětí $1 m^{-1}$ nebo i větší jak napovídají výsledky z experimentu u vozidla BMW 330 a AUDI A3, nebylo by to vhodné. Vzhledem k tomu, že se ve většině případů měří hodnoty v rozsahu do $2,5 m^{-1}$, by takto vysoké rozpětí způsobilo nežádoucí uvolnění pravidel a navíc by téměř pozbylo smyslu toto rozpětí monitorovat. Pokud bychom však vycházeli z výsledků experimentu u vozidel ŠKODA OCTAVA I, AUDI A6 a ŠKODA OCTAVIA II, kde se většina výsledků z dvanácti naměřených hodnot kouřivosti vzájemně odlišuje jen velmi málo, postačovalo by rozpětí stanovit na hodnotu $0,50 m^{-1}$. Zde je zapotřebí také zmínit, že podmínky, které jsem kladl pro zařazení konkrétních vozidel do experimentu, tedy dobrý technický stav a žádné závady na emisním systému, se potvrdily i z výsledků měření kouřivosti. U všech vozidel byly splněny podmínky současné metodiky, tedy u průměru ze čtyř po sobě jdoucích akcelerací nebyl překročen povolený limit a současně u těchto čtyř akcelerací nebylo překročeno povolené rozpětí $0,25 m^{-1}$. Obtíž je v tom, že pro splnění daných podmínek bylo u některých vozidel zapotřebí daleko více akcelerací než pouze čtyři. Pokud se na výsledky měření podíváme zpětně s tím, že povolené rozpětí by bylo $0,50 m^{-1}$, postačovalo by pro splnění podmínek akcelerací méně.

5.2 Experiment k posouzení vlivu času „ta“ na hodnotu „k“

Pro tento účel jsem opět provedl měření kouřivosti na stejných vozidlech a pomocí stejného vybavení jako v kapitole 5.1. V tomto případě jsem využil výsledky měření, které jsem již použil v kapitole 5.1. Jde tedy o výsledky z 12 měření kouřivosti s rychlým

sešlápnutím plynového pedálu (do jedné sekundy). Dále jsem u stejných vozidel provedl 12 měření s velmi pozvolným stlačováním plynového pedálu (několik sekund). Rychlé sešlápnutí plynového pedálu je u naměřených hodnot „k“ doloženo velmi nízkou hodnotou „ta“. Tato hodnota se v tomto případě pohybuje přibližně v rozmezí 1 až 2,5 s. Každé vozidlo má v tomto případě hodnotu „ta“ poněkud odlišnou. Při pozvolném stlačování plynového pedálu jsem se snažil docílit hodnoty „ta“ přibližně kolem 5 až 6 s. V experimentu je to doloženo průměrnou hodnotou „ta“ u jednotlivých vozidel přibližně kolem 5 s. Naměřené výsledky kouřivosti s rychlým sešlápnutím plynu jsem označil jako skupinu A a hodnoty kouřivosti při pozvolném stlačování plynu jsem označil jako skupinu B.

5.2.1 Vyhodnocení naměřených hodnot

Pro vyhodnocení těchto naměřených hodnot jsem použil statistickou metodu ANOVA (Analysis of Variance), tedy analýzu rozptylu. Tento analytický nástroj umožňuje posouzení jednotlivých zdrojů. Při opakovaných měřeních vznikají vždy nějaké odchylky, které mohou způsobit, že se obtížně určuje významnost rozdílů mezi skupinami. Analýza testuje hypotézu, která předpokládá, že jednotlivé výběry pocházejí ze stejného základního rozdělení pravděpodobnosti, v porovnání s alternativní hypotézou, která předpokládá, že základní rozdělení pravděpodobnosti není u všech výběrů stejné.

Podstatou výpočtu jsou naměřené hodnoty jednoho faktoru, které jsou uspořádány do „p“ různých skupin. V každé skupině je „n“ naměřených hodnot. Celkem máme tedy k dispozici „N“ výsledků z měření, kde $N = p \cdot n$. V tomto případě máme tedy dvě skupiny (A a B) a v každé je 12 výsledků z měření, tedy $N = 2 \cdot 12$. Cílem této analýzy je určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi těmito skupinami. Při ANOVA je mírou odchylek uvnitř skupin a mezi skupinami statistika, která se nazývá součet čtverců (SS – Sum of Squares). Základní podstatou ANOVA je, že celkový součet čtverců může být díky nahodilosti variací rozdělen na svoje komponenty. Komponentami jsou jednak součty čtverců uvnitř skupin a dále komponenty odpovídající statistickým rozdílům mezi středními hodnotami jednotlivých skupin. Posledně jmenované se použijí pro testování statistické významnosti pomocí průměrných čtverců (MS – Mean Squares) s použitím F-testu (vzorce 7 a 8).

$$MS = \frac{SS}{df} \quad (7)$$

df – počet stupňů volnosti (degrese of freedom),

$$\text{pro } S_1: df = p - 1 \Rightarrow df = 2 - 1 = \underline{1}$$

$$\text{pro } S_0: df = N - p \Rightarrow df = 24 - 2 = \underline{22}$$

$$F = \frac{MS \text{ mezi skupinami}}{MS \text{ uvnitř skupin}} \quad (8)$$

Součty čtverců (SS) se vypočítají pomocí následujících vzorců:

$$\sum_{i=1}^p \frac{(\sum_{k=1}^n x_{ik})^2}{n} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^n x_{ik}^2 \quad (10)$$

$$\frac{(\sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^n x_{ik})^2}{N} \quad (11)$$

Součet čtverců mezi skupinami (S_1) vypočítáme:

$$S_1 = \text{výsledek ze vzorce 9} - \text{výsledek ze vzorce 11} \quad (12)$$

Součet čtverců uvnitř skupin (S_0) vypočítáme:

$$S_0 = \text{výsledek ze vzorce 10} - \text{výsledek ze vzorce 9} \quad (13)$$

Na závěr se ve statistických tabulkách vyhledá příslušná kritická hodnota koeficientu „F“, tedy „F krit“ a porovná se s vypočítanou hodnotou „F“. Porovnáním těchto hodnot se pak určí, zda jsou mezi skupinami rozdíly. Jestli platí, že $F < F_{\text{krit}}$, tedy variabilita mezi skupinami, je dostatečně malá oproti variabilitě uvnitř skupin, akceptuje se nulová hypotéza, tedy mezi skupinami není významný rozdíl. V opačném případě se nulová hypotéza zamítne a přijme se alternativní.

Pro zpracování naměřených hodnot jsem však využil program Excel, kde je možné potřebné výpočty provést jednoduchým a rychlým způsobem. Zvolil jsem příslušný nástroj **Analýza dat/ Anova: jeden faktor**, zadal jsem vstupní a výstupní oblast a také hodnotu α . Pro tuto analýzu jsem určil $\alpha = 0,05$, což představuje, že hodnota **F krit** je na hladině spolehlivosti 95 %.

Touto metodou je tedy možné posoudit, zda má rychlost stlačování plynu vliv na naměřené hodnoty kouřivosti. Pro správné výsledky při použití této metody je zapotřebí zajistit, aby výsledky měření nebyly ovlivněny nežádoucími vlivy. To jsem zajistil použitím jednoho měřicího přístroje pro obě skupiny naměřených hodnot a důsledným dodržováním všech postupů při měření. Dále je při použití této metody zapotřebí, aby naměřená data v každé skupině pocházela z normálního rozdělení, což lze při opakovaném měření za stejných podmínek předpokládat.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla BMW 330

Tab. 5.18: Výsledky měření

Skupina A			Skupina B		
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]	Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	2,07	2,27	1	4,88	0,11
2	1,93	1,71	2	3,23	0,14
3	1,93	1,43	3	4,30	0,12
4	1,81	1,45	4	4,85	0,12
5	1,97	1,58	5	4,06	0,08
6	2,16	1,76	6	4,05	0,21
7	2,19	2,07	7	4,37	0,10
8	2,08	2,09	8	4,48	0,09
9	2,04	0,83	9	4,40	0,09
10	1,93	0,92	10	3,23	0,10
11	2,01	0,88	11	4,68	0,11
12	1,93	0,92	12	5,75	0,13
Průměr	2,00	1,49	Průměr	4,36	0,12

Tab. 5.19: Vypočítané hodnoty

Anova: jeden faktor						
Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
k(A) [m ⁻¹]	12	17,91	1,4925	0,263348		
k(B) [m ⁻¹]	12	1,4	0,116667	0,00117		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	11,3575	1	11,3575	85,87339	4,74E-09	4,300949
Všechny výběry	2,909692	22	0,132259			
Celkem	14,2672	23				

Z tab. 5.19 je patrné, že $F > F_{\text{krit}}$, z toho plyne, že se zamítá nulová hypotéza a přijímá se alternativní. V tomto případě je tedy zjevné, že hodnota „ta“ má významný vliv na kouřivost.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla AUDI A3

Tab. 5.20: Výsledky měření

Skupina A			Skupina B		
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]	Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	1,01	0,91	1	4,43	0,28
2	0,88	0,62	2	5,45	0,21
3	1,04	0,54	3	5,22	0,22
4	0,90	0,62	4	5,72	0,26
5	1,67	0,35	5	4,52	0,40
6	1,04	0,35	6	2,92	0,34
7	1,04	0,37	7	5,65	0,49
8	1,01	0,38	8	6,03	0,30
9	1,05	0,32	9	6,65	0,19
10	1,02	0,37	10	6,69	0,19
11	1,04	0,36	11	4,79	0,28
12	1,55	0,35	12	6,58	0,20
Průměr	1,10	0,46	Průměr	5,39	0,28

Tab. 5.21: Vypočítané hodnoty

Anova: jeden faktor					
Faktor					
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>	
k(A) [m ⁻¹]	12	5,54	0,461667	0,031688	
k(B) [m ⁻¹]	12	3,36	0,28	0,008545	
ANOVA					
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>
Mezi výběry	0,198017	1	0,198017	9,843413	0,004787
Všechny výběry	0,442567	22	0,020117		
Celkem	0,640583	23			
				<i>F krit</i>	
					4,300949

Z tab. 5.21 je patrné, že $F > F_{\text{krit}}$, z toho plyne, že se zamítá nulová hypotéza a přijímá se alternativní. V tomto případě je tedy opět zjevné, že hodnota „ta“ má vliv na kouřivost.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla ŠKODA OCTAVIA I

Tab. 5.22: Výsledky měření

Skupina A			Skupina B		
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]	Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	1,49	0,53	1	4,48	0,55
2	0,93	0,51	2	5,05	0,93
3	1,00	0,51	3	4,96	1,04
4	1,00	0,48	4	4,19	0,53
5	0,77	0,55	5	4,20	0,33
6	0,92	0,53	6	5,48	0,32
7	0,82	0,52	7	3,94	0,29
8	0,94	0,45	8	5,72	0,31
9	0,90	0,52	9	6,41	0,27
10	0,83	0,44	10	5,67	0,26
11	0,92	0,39	11	4,86	0,25
12	0,92	0,41	12	6,24	0,25
Průměr	0,95	0,49	Průměr	5,10	0,44

Tab. 5.23: Vypočítané hodnoty

Anova: jeden faktor					
Faktor					
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>	
k(A) [m ⁻¹]	12	5,84	0,486667	0,002715	
k(B) [m ⁻¹]	12	5,33	0,444167	0,074499	
ANOVA					
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota</i> <i>P</i> <i>F krit</i>
Mezi výběry	0,010838	1	0,010838	0,280712	0,601542 4,300949
Všechny výběry	0,849358	22	0,038607		
Celkem	0,860196	23			

Z tab. 5.23 je patrné, že $F < F_{\text{krit}}$, z toho plyne, že se akceptuje nulová hypotéza, tedy mezi skupinami není významný rozdíl. V tomto případě tedy není dokázáno, že hodnota „ta“ má vliv na kouřivost.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla AUDI A6

Tab. 5.24: Výsledky měření

Skupina A			Skupina B		
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]	Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	2,69	0,23	1	8,36	0,12
2	2,74	0,22	2	3,92	0,11
3	2,47	0,22	3	4,62	0,11
4	2,71	0,22	4	7,47	0,12
5	2,84	0,23	5	5,30	0,11
6	2,69	0,22	6	8,22	0,13
7	2,65	0,20	7	3,77	0,11
8	2,59	0,20	8	7,03	0,16
9	2,64	0,18	9	6,93	0,10
10	2,62	0,17	10	3,88	0,09
11	2,74	0,18	11	3,14	0,17
12	2,64	0,16	12	7,70	0,10
Průměr	2,67	0,20	Průměr	5,86	0,12

Tab. 5.25: Vypočítané hodnoty

Anova: jeden faktor					
Faktor					
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>	
k(A) [m ⁻¹]	12	2,43	0,2025	0,000602	
k(B) [m ⁻¹]	12	1,43	0,119167	0,000572	
ANOVA					
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota</i> <i>P</i> <i>F krit</i>
Mezi výběry	0,041667	1	0,041667	70,96774	2,48E-08 4,300949
Všechny výběry	0,012917	22	0,000587		
Celkem	0,054583	23			

Z tab. 5.25 je patrné, že $F > F_{\text{krit}}$, z toho plyne, že se zamítá nulová hypotéza a přijímá se alternativní. V tomto případě je tedy opět zjevné, že hodnota „ta“ má významný vliv na kouřivost.

Vyhodnocení naměřených hodnot u vozidla ŠKODA OCTAVIA II

Tab. 5.26: Výsledky měření

Skupina A			Skupina B		
Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]	Akcelerace č.	ta [s]	k [m ⁻¹]
1	1,10	0,38	1	6,62	0,12
2	0,94	0,31	2	4,41	0,12
3	0,89	0,32	3	5,25	0,12
4	0,79	0,28	4	5,03	0,12
5	2,07	0,19	5	3,83	0,15
6	1,10	0,16	6	5,72	0,14
7	1,25	0,16	7	6,74	0,13
8	1,14	0,16	8	6,09	0,12
9	1,13	0,14	9	4,89	0,10
10	1,13	0,14	10	5,62	0,22
11	1,21	0,15	11	5,31	0,10
12	1,25	0,13	12	5,07	0,11
Průměr	1,17	0,21	Průměr	5,38	0,13

Tab. 5.27: Vypočítané hodnoty

Anova: jeden faktor						
Faktor						
	<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>	
k(A) [m ⁻¹]		12	2,52	0,21	0,0076	
k(B) [m ⁻¹]		12	1,55	0,129167	0,001027	
ANOVA						
	<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota</i> <i>P</i> <i>F krit</i>
Mezi výběry	0,039204	1	0,039204	9,089225	0,006372	4,300949
Všechny výběry	0,094892	22	0,004313			
Celkem	0,134096	23				

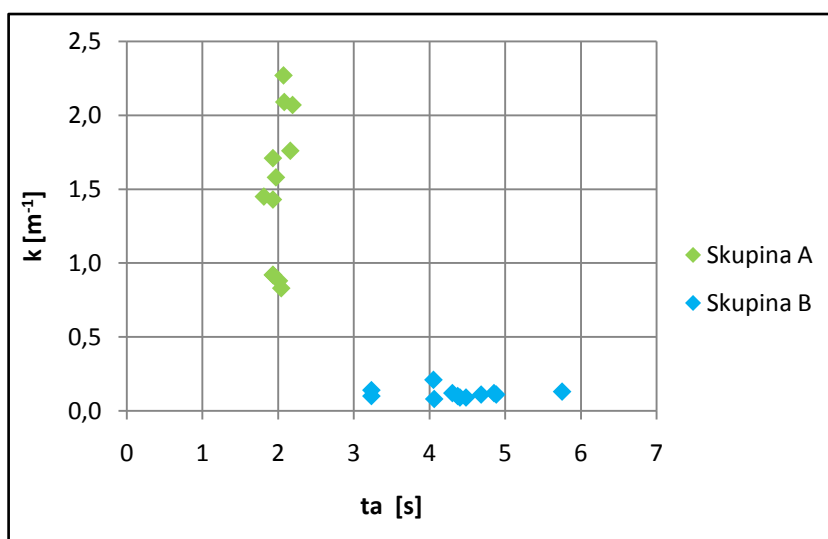
Z tab. 5.27 je patrné, že $F > F_{\text{krit}}$, z toho plyne, že se zamítá nulová hypotéza a přijímá se alternativní. V tomto případě je tedy opět zjevné, že hodnota „ta“ má vliv na kouřivost.

5.2.2 Zhodnocení výsledků

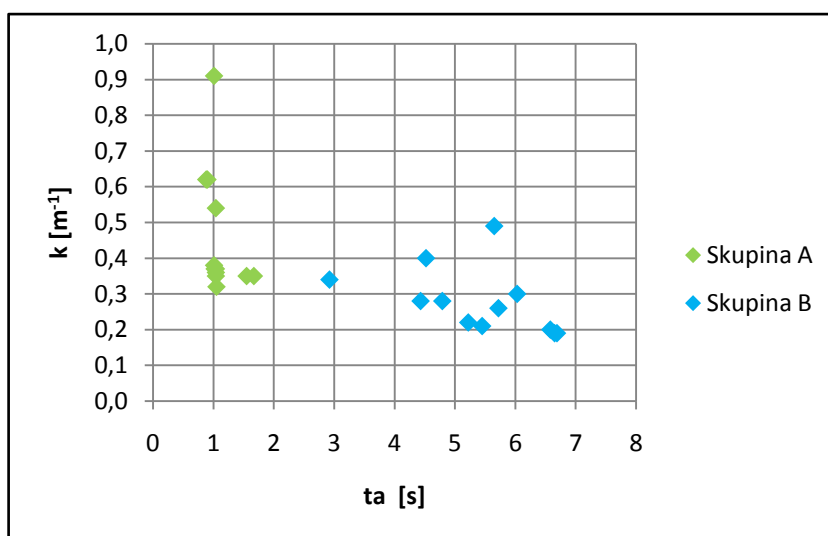
Na základě provedeného experimentu a následné analýzy jsem zjistil, že u čtyř z pěti vozidel zařazených do experimentu čas „ta“ výrazně ovlivňuje kouřivost. Skutečnost, že hodnota kouřivosti je vyšší při rychlém sešlápnutí plynu než při pozvolném, je většinou patrná již z průměrných hodnot. U vozidla ŠKODA OCTAVIA I, o kterém analýza vypovídá, že není výrazný rozdíl v kouřivosti při rychlém a pozvolném stlačování plynového pedálu, je zapotřebí se znovu podívat na naměřené hodnoty (tab. 5.22). Z těchto hodnot je patrné, že v případě pozvolného stlačování plynového pedálu došlo při druhé a třetí akceleraci k výraznému zvýšení hodnoty „k“. Tyto dvě hodnoty výrazně převyšují všechny ostatní naměřené hodnoty jak ve skupině B, tak i ve skupině A. Dá se tedy předpokládat, že jsou tyto naměřené hodnoty od skutečných hodnot výrazně odchýlené. V takovém případě by bylo možné i o tomto vozidle prohlásit, že je zde při pozvolném stlačování plynového pedálu pozorována výrazně nižší kouřivost, což by bylo v případě nahrazení těchto dvou nadprůměrných hodnot hodnotami obvyklými pro danou skupinu prokázáno i analýzou.

Podmínkou použití statistické metody ANOVA je také nezávislost dat. Z podstaty funkce moderních vznětových motorů lze předpokládat, že naměřená data jsou zřejmě závislá na zásahu elektronické regulace motoru. Přesto jsem z důvodu dostupnosti a možnosti provést rychlým způsobem statistické zpracování naměřených dat tuto metodu použil.

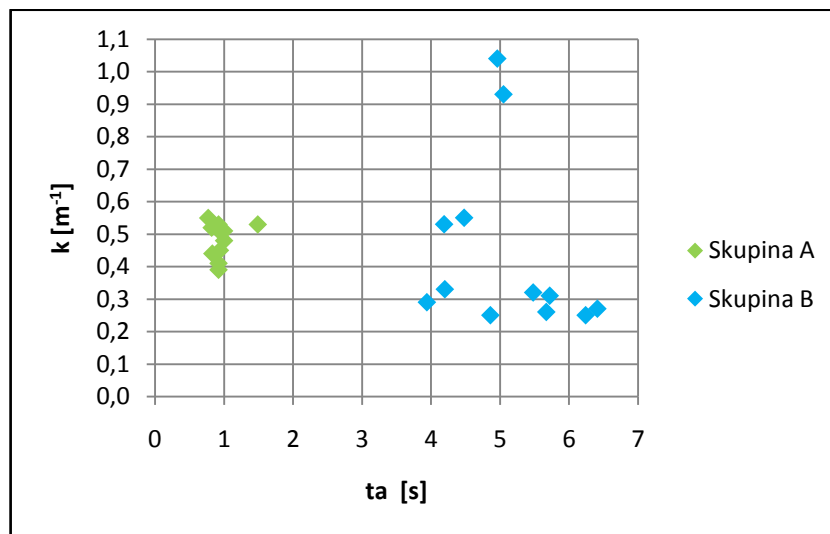
Pro další prokázání, zda čas „ta“ ovlivňuje kouřivost, jsem z naměřených hodnot u každého vozidla vytvořil bodové grafy (obr. 5.21 až 5.25). Zde jsou jednotlivé hodnoty „k“ znázorněny v závislosti na čase „ta“.



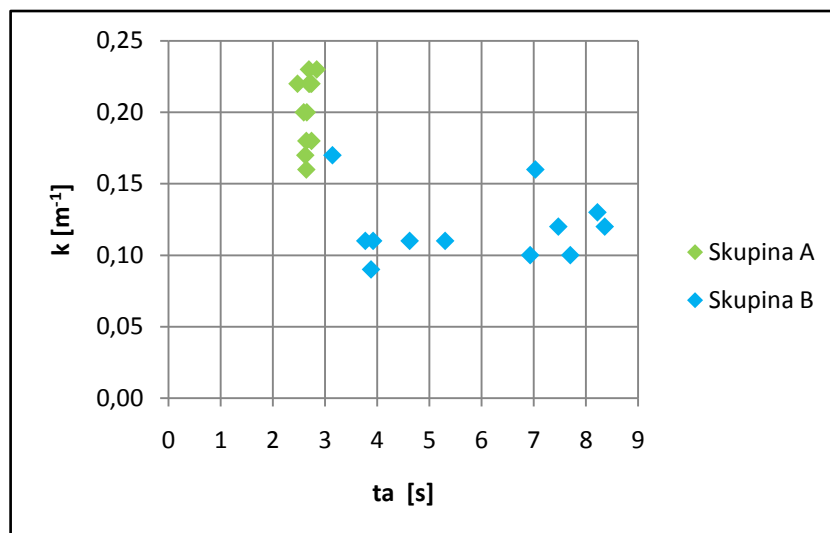
Obr. 5.21: Hodnoty „k“ v závislosti na „ta“ u vozidla BMW 330



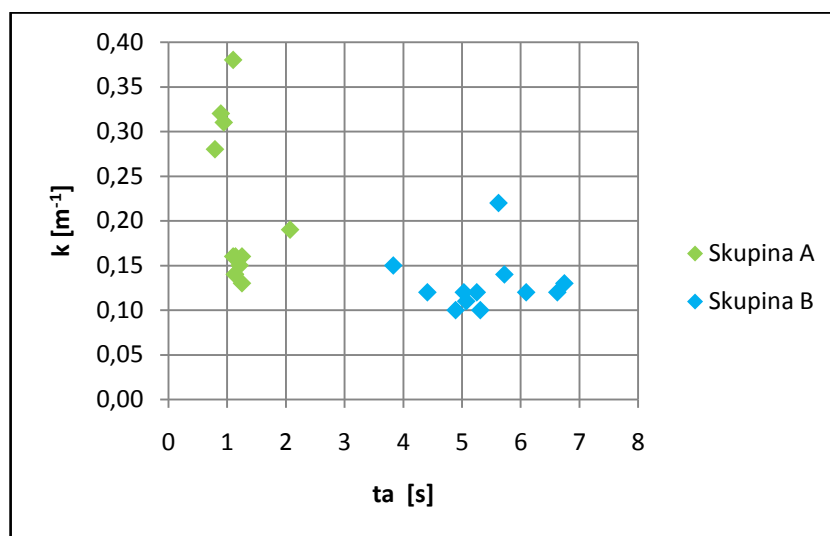
Obr. 5.22: Hodnoty „k“ v závislosti na „ta“ u vozidla AUDI A3



Obr. 5.23: Hodnoty „ k “ v závislosti na „ t_a “ u vozidla ŠKODA OCTAVIA I



Obr. 5.24: Hodnoty „ k “ v závislosti na „ t_a “ u vozidla AUDI A6



Obr. 5.25: Hodnoty „ k “ v závislosti na „ t_a “ u vozidla ŠKODA OCTAVIA II

Z takto vyjádřených naměřených hodnot je zjevné, že při rychlém sešlápnutí plynového pedálu (skupina A), je ve většině případů hodnota „ k “ vyšší než při pozvolném stlačování plynového pedálu (skupina B). Dále je zde také možno pozorovat, že ve skupině A se naměřené hodnoty pohybují v úzkém časovém pásmu a ve skupině B v daleko širším. To dokládá, že při rychlém stlačování plynového pedálu jsme schopni docílit hodnot „ t_a “ s velmi malým rozpětím. Na druhé straně při pozvolném stlačování plynového pedálu není pro obsluhu téměř možné takového rozpětí docílit. Z takto vyjádřených hodnot je také patrné, že kouřivost se s narůstajícím časem „ t_a “ snižuje jen do určité hranice a další navyšování času „ t_a “ nemá na snížení hodnoty „ k “ výrazný vliv.

6. Navržení nového způsobu (změna metodiky) měření emisí při pravidelných kontrolách na základě zjištěných skutečností

6.1 Zjištěné skutečnosti

Kontrola před samotným měřením

Nejdůkladnější popis kontroly vozidla před samotným měřením je v metodice slovenské, kde jsou jednotlivé kroky popsány do nejmenších detailů. Naopak v německém případě se kontrola před samotným měřením soustřeďuje pouze na kontrolu elektronického řídicího systému motoru a jeho přídatných zařízení, které ovlivňují emisní chování vozidla. V Německu je také u vozidel se systémem OBD zajištěno, že v případě, kdy systém nehlásí žádnou závadu a Readinesscode obsahuje samé nuly, tedy všechny prověřované systémy byly úspěšně otestovány, se nepřistupuje k samotnému měření kouřivosti a vozidlo je z hlediska měření emisí považováno za způsobilé.

Provázání kouřivosti s ostatními škodlivými složkami výfukových plynů

Téměř vždy se zvýšená produkce CO a HC projevuje zvýšenou kouřivostí. Naopak ve většině případů závad nebo neoprávněných zásahů, kdy dochází ke zvyšování produkce NO_x, dochází současně ke snižování produkce PM. Paradoxně tedy, pokud jsou při měření emisí naměřeny hodnoty „k“ nízké (pod stanoveným maximem), vozidlo tedy z hlediska legislativy emisní kontrole vyhovuje, může ale naopak docházet ke zvýšené produkci NO_x, která není nikterak monitorovaná.

Vliv unášecí síly proudících spalin na naměřené hodnoty kouřivosti

V případě, kdy je vozidlo provozováno převážně v polovině nebo maximálně ve dvou třetinách otáček maximálního výkonu a případně také na krátkých trasách, kdy se motor zahřeje na provozní teplotu jen výjimečně, dochází k usazování PM ve výfukovém traktu. Při měření kouřivosti, kdy se motor pohybuje v maximálních otáčkách, což je v některých případech až o 1000 otáček za minutu více než otáčky při maximálním výkonu, dochází pak vlivem rychlejšího proudění spalin k větší unášecí síle a usazené PM ve výfukovém traktu se mohou uvolňovat a způsobovat zvětšenou kouřivost. Z praxe je známo, že vozidla provozována výše zmíněným způsobem často při kontrolním měření nevyhoví, a to i v případě, kdy je provedená tak zvaná proplachová akcelerace. Pokud je pak takové

vozidlo delší dobu provozováno na delších trasách a při vyšších otáčkách (někdy postačí i 5 až 10 km dlouhá zkušební jízda s větší zátěží a ve vysokých otáčkách) a následně je provedeno opětovné měření emisí s vyhovujícím výsledkem, je to důkaz toho, že šlo pouze o usazené PM z předchozího způsobu provozování vozidla.

Vliv otáček na kouřivost

Při měření maximální kouřivosti motoru není až tak důležité, v jakých otáčkách se motor pohybuje, ale čas, za který je dosažen určitý nárůst otáček. Největší kouřivost je u motoru právě při maximální akceleraci, nikoli při ustálených otáčkách, i když jde o otáčky maximální. V souvislosti s tímto je také zapotřebí zmínit, že vznětové spalovací motory mají ve většině případů maximální výkon při nižších otáčkách, než jsou u daného motoru otáčky maximální. Většinou jde o 500 až 1000 otáček za minutu méně, než jsou otáčky maximální. Z toho tedy vyplývá, že v běžném provozu se v maximálních otáčkách motor nepohybuje vůbec nebo jen výjimečně a není tedy zapotřebí v takovýchto otáčkách provádět emisní kontrolu.

Využití měření doby, za kterou motor dosáhne maximálních otáček

Emisní přístroj při měření kouřivosti měří také dobu „ta“, za kterou motor při jednotlivých akceleracích dosáhne maximálních otáček. Přestože velikost „ta“ ovlivňuje naměřené hodnoty kouřivosti, není tento parametr v naší metodice využíván. Z praxe je známo, že pokud stlačujeme plynový pedál velmi pomalu (čas „ta“ je vysoký), je ve většině případů naměřená kouřivost výrazně nižší než v případě, kdy plynový pedál stlačujeme velmi rychle (čas „ta“ je malý), což dokládá i experiment popsáný v kapitole 5.2. V německé metodice je limitovaná jak doba akcelerace, tak rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou. Na Slovensku je pak limitován pouze rozdíl.

Určování limitů kouřivosti

Po procesu měření emisí při homologační zkoušce popsané v kapitole 1 se provede měření kouřivosti pomocí opacimetru jako v případě pravidelného měření emisí. K tomuto výsledku se přičte hodnota $0,50 \text{ m}^{-1}$, která bere v úvahu přesnost opacimetrů a určité povolené opotřebení motoru. Tato výsledná hodnota je pak uváděna v technické dokumentaci vozidla a na výrobním štítku vozidla. Na Slovensku se k této hodnotě při pravidelném měření emisí u vozidel nově uvedených do provozu do 31.12.2007 přičítá ještě jednou $0,50 \text{ m}^{-1}$, po tomto datu se již hodnota $0,50 \text{ m}^{-1}$ nepřičítá. V ČR se do 31.12.2014 k hodnotě kouřivosti uvedené na štítku u všech vozidel přičítalo $0,50 \text{ m}^{-1}$, od 1.1.2015 se u všech vozidel vyrobených od 1.1.1981 tato hodnota nepřičítá. Jde o výrazné

zpřísnění limitů, které není adekvátní zejména vůči starším vozidlům. Zvláštní stav pak nastává u vozidel s DPF, kde je při homologační zkoušce naměřená kouřivost $0,00 \text{ m}^{-1}$ nebo jen několik málo setin. V takovém případě se u takovýchto vozidel objevuje v technické dokumentaci a na výrobním štítku hodnota „k“ $0,50 \text{ m}^{-1}$ nebo hodnota jen o několik málo setin větší. Pokud je pak u takovýchto vozidel DPF odstraněn a všechny ostatní systémy, které mají vliv na tvorbu emisí, jsou v pořádku, tak celkem běžně při měření kouřivosti daný limit nepřekročí.

Přesnost opacimetrů

Běžně používané opacimetry pro měření kouřivosti mají sice dostatečné rozlišení ($0,01 \text{ m}^{-1}$), ale chyba měření deklarovaná výrobcem je poměrně vysoká. V rozsahu „k“ $0,00 - 2,50 \text{ m}^{-1}$ je uváděna chyba $\pm 0,15 \text{ m}^{-1}$ a v rozsahu $2,50 - 4,00 \text{ m}^{-1}$ dokonce $\pm 0,30 \text{ m}^{-1}$. Na tuto skutečnost přirozeně reaguje metodika jak německá, tak slovenská. Povolený rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou kouřivosti při jednotlivých akceleracích je $0,50 \text{ m}^{-1}$, v Německu je pak při měření kouřivosti větší jak $2,50 \text{ m}^{-1}$ povolený rozdíl $0,70 \text{ m}^{-1}$.

6.2 Navržení nového způsobu měření emisí při pravidelných kontrolách

V průběhu tvorby mé práce došlo ke změně legislativy. Od 1.1.2015 vešla v platnost vyhláška č. 342/2014 Sb., podle které se u nás nově upravuje metodika měření emisí. Změny oproti předchozí vyhlášce nejsou nijak rozsáhlé. Nově není podmínkou před samotným měřením kouřivosti kontrolovat ventilový rozvod. Dále se u vozidel se systémem OBD musí kontrolovat funkce tohoto systému a u vozidel vyrobených od 1.1.1981 se při měření kouřivosti nepřičítá k hodnotě korigovaného součinitele absorpce uváděné na štítku a v technickém průkazu vozidla hodnota $0,50 \text{ m}^{-1}$.

Při navrhování nové metodiky bych následující kroky ponechal v současném stavu tak, jak jsem je popsal v kapitole 1.1.

- Kontrola palivové, výfukové a sací soustavy.
- Kontrola těsnosti motoru.

Naopak s vyřazením kroku „kontrola ventilového rozvodu“ souhlasím. Při provádění pravidelného měření emisí, kdy není možné provádět demontáže jednotlivých částí, není

ani reálně možné kontrolu provádět. Dále navrhuji zrušení kroku „kontrola přídavných zařízení ke snižování škodlivých emisí“. Tato kontrola je již v podstatě prováděna v prvním kroku, tedy při kontrole výfukové a sací soustavy.

Naopak bych navrhoval zavést dva nové kroky:

- Kontrola hladiny mazacího oleje a chladicí kapaliny.
- Dotaz na provádění údržby.

Kontrola hladiny mazacího oleje a chladicí kapaliny

Pokud je hladina oleje příliš nízká, je reálně nebezpečí, že může docházet k nedostatečnému mazání a následně i k vážnému poškození motoru. Navíc nízká hladina oleje může svědčit o tom, že dochází k úniku nebo k nadměrné spotřebě oleje. Vysoká hladina oleje svědčí o tom, že došlo k neodbornému údržbovému zásahu nebo se vlivem závady na palivovém systému dostává palivo do olejové náplně anebo dochází k úniku chladicí kapaliny do olejové náplně. Ve všech případech jde o nebezpečný stav, který může způsobovat zhoršené emisní chování motoru. V případě zředění oleje palivem nebo chladicí kapalinou dochází také ke znehodnocování oleje a vzniká i reálně nebezpečí vážného poškození motoru. Při nedostatečném množství chladicí kapaliny vzniká pak při měření kouřivosti volnou akcelerací nebezpečí nedostatečného chlazení motoru a následně i jeho poškození.

Dotaz na provádění údržby

V tomto kroku bych navrhoval povinnost pro pracovníka provádějícího měření emisí dotázat se osoby, která vozidlo ke kontrole přistavila, zda jsou na vozidle prováděny pravidelné údržbové zásahy. Dále by bylo této osobě sděleno, že pokud pravidelná údržba není prováděna nebo tato informace není známa, vzniká pak při následných akceleracích vážné nebezpečí poškození motoru. V takovém případě by pak byl pracovník provádějící měření emisí oprávněn odmítnout v měření dále pokračovat. Tímto krokem by se také vyplnila absence zrušeného kroku „kontrola ventilového rozvodu“.

Následující krok „kontrola funkce řídicího systému motoru“ navrhuji ponechat a rozšířit o kontrolu pomocí systému OBD, podobně jak je tomu v nové vyhlášce č. 342/2014 Sb. Systémem OBD byla vozidla se vznětovým motorem povinně vybavována v následujících etapách:

- Od 1.1.2003 všechna nově uváděná vozidla do provozu s novým povolením k provozu kategorie M1, s obsaditelností maximálně 6 osob a s celkovou hmotností menší než 2500 kg.
- Od 1.1.2004 všechna nově uváděná vozidla do provozu kategorie M1, s obsaditelností maximálně 6 osob a s celkovou hmotností menší než 2500 kg.
- Od 1.1.2005 všechna nově uváděná vozidla do provozu s novým povolením k provozu kategorie M1 a N1, s obsaditelností maximálně 6 osob.
- Od 1.1.2006 všechna nově uváděná vozidla do provozu kategorie M1 a N1, s obsaditelností maximálně 6 osob.
- Od 1.1.2006 všechna nově uváděná vozidla do provozu s novým povolením k provozu kategorie M a N.
- Od 1.1.2007 všechna nově uváděná vozidla do provozu kategorie M a N.

Z tohoto důvodu bych pro zjednodušení navrhoval povinně využívat systém OBD u všech vozidel kategorie M a N nově uváděných do provozu právě od 1.1.2007. U těchto vozidel by byla povinnost vyčíst paměť závad, Readinesscod, zkontrolovat funkci kontrolky závad a vyčíst VIN. Veškeré tyto údaje by byly automaticky zapisovány do protokolu. Pokud by byla v paměti statická závada, nebo by byla kontrolka závad nefunkční, v dalším postupu by se nepokračovalo a vozidlo by bylo vyhodnocené jako nezpůsobilé. Stejně tak by se postupovalo i v případě, kdy by nebylo možné i po opakovaných pokusech navázat komunikaci se systémem OBD. V opačném případě by se přikročilo k dalšímu kroku.

Zde je zapotřebí také zmínit, že hlavní úlohou systému OBD je soustavně během provozu monitorovat emisní chování motoru a v případě závady, která způsobuje překročení emisních limitů, tuto závadu zapsat do paměti závad a kontrolkou tuto skutečnost signalizovat obsluze vozidla. Některé systémy jsou kontrolovány sporadicky a některé kontinuálně a právě o tom, zda jednotlivé systémy prošly testy, vypovídá Readinesscode (kód připravenosti). Pokud tedy Readinesscode obsahuje samé nuly, což znamená, že všechny prověřované systémy prošly úspěšně testem, v paměti závad nejsou zapsány žádné závady a kontrolka je funkční, navrhuji podobně jako v německém případě nepřistupovat k dalším krokům a vyhodnotit vozidlo jako způsobilé.

Následující krok „**kontrola seřízení motoru**“ bych ponechal v současném stavu tak, jak jsem jej popsal v kapitole 1.1. Pouze u vozidel nově uvedených do provozu od 1.1.2007 (vozidla s OBD) navrhuji povinně využívat systém OBD pro snímání potřebných parametrů. Tedy teplota a otáčky motoru by byly přenášeny z řídicí jednotky motoru

pomocí diagnostické zásuvky přímo do zařízení pro měření emisí. Dále navrhuji v rámci tohoto kroku provádět kontrolu motoru poslechem. Pokud by se z běžícího motoru ozývaly nestandardní zvuky, nebo by byl motor výrazně hlučnější, než je obvyklé, byla by obsluha emisní stanice oprávněna měření přerušit.

Poslední krok, při kterém se provádí samotné **měření emisí a vyhodnocují se naměřené hodnoty**, by se dal změnit několika způsoby. Nabízí se:

- Kompletní analýza škodlivin výfukových plynů.
- Zachování současné metody měření kouřivosti a doplnit ji o měření množství NO_x.
- Úprava současné metody měření kouřivosti.

Kompletní analýza škodlivin výfukových plynů

Pokud bychom chtěli při měření emisí provádět kompletní analýzu škodlivin výfukových plynů, museli bychom používat vybavení stejné jako při homologační zkoušce popsané v kapitole 1. Při takové zkoušce by bylo velice jednoduché určit limity jednotlivých škodlivin. Pro každou složku je u jednotlivých norem EURO určené limitní množství (viz tab. 1.1). Jenže vybavení a provoz takové emisní stanice by bylo velice nákladné, což by se přirozeně promítlo i do celkové ceny za jednotlivé měření emisí pro zákazníka. Další možností, jak provádět analýzu výfukových plynů, je za použití analyzátorů, jež jsou v současné době používány pro pravidelné měření emisí zážehových motorů. Tyto analyzátory by bylo v případě dobré filtrace nasávaného vzorku spalín možné používat. Vzhledem k tomu, že vznětové motory obecně produkují daleko více PM než zážehové, vznikala by potřeba výrazně častěji měnit v analyzátoru filtry. Výhodou by v tomto případě bylo, že by bylo přímo měřeno množství CO a HC. Není také velkým problémem takovéto analyzátory dovybavit tak, aby byly schopny měřit také NO_x. Představovalo by to investici v řádech několika desítek tisíc korun, což by pro většinu emisních stanic bylo únosné. V tomto případě, kdy by se v podstatě využívalo pouze vylepšené vybavení současných emisních stanic, by se měřily zmíněné složky výfukových plynů na vozidle v nezátíženém stavu. Vozidlo by tedy nebylo zatěžováno válcovým dynamometrem a škodlivé složky by se měřily podobně jako u zážehových motorů, tedy při volnoběžných otáčkách a následně v režimu zvýšených otáček. Vzhledem k možným rozdílům produkce škodlivin v různých režimech chodu motoru bych navrhoval v tomto případě měřit množství škodlivin při volnoběžných otáčkách a dále pak při zvýšených otáčkách. Pro zvýšené otáčky bych určoval dva režimy otáček, které by se odvíjely od

otáček udávaných pro maximální výkon. Jednotlivé otáčkové režimy navrhuji určovat dle vzorců 14 a 15 s tolerancí $\pm 10 \%$.

První otáčkový režim:

$$n_1 = \frac{1}{2} \cdot n_{max. P} \quad (14)$$

Druhý otáčkový režim:

$$n_2 = \frac{3}{4} \cdot n_{max. P} \quad (15)$$

$n_{max. P}$ – otáčky při maximálním výkonu (jsou uváděny v technickém průkazu vozidla)

Problémem při takovémto měření emisí je určit maximální povolené hodnoty u jednotlivých škodlivin. Pro tento způsob měření emisí, kdy měříme škodlivé složky výfukových plynů v % objemu odebíraného vzorku na vozidle, které není zatížené, není možné používat emisní limity udávané jednotlivými EURO normami. EURO normy udávají emisní limity v hmotnostních jednotkách na ujetý kilometr (viz tabulka 1.1), což nelze pro tento způsob měření využít. Proto, abychom mohli zodpovědně určit univerzální limity pro jednotlivé škodlivé složky výfukových plynů, které by bylo možné použít jak u nejmenších motorů osobních automobilů, tak u velkoobjemových motorů nákladních automobilů, by bylo zapotřebí provést celou řadu experimentů a sběrů dat. Zmíněným analyzátořem bychom museli provádět měření na co nejširší škále vozidel, o kterých bychom věděli, že jsou celkově v dobrém technickém stavu a bez závad. Dále by bylo vhodné na těchto vozidlech jednotlivě simulovat co nejvíce možných závad a zaznamenávat, jak by se jednotlivé závady projevovaly na produkci škodlivin. Důležitým zdrojem informací pro určení limitů by byl také sběr dat z pravidelného měření emisí. V praxi by se to dalo provést tak, že by bylo vybráno několik emisních stanic, kde by se na každém vozidle vedle měření emisí stávajícím způsobem provedlo také měření navrhovaným způsobem. Kromě naměřených emisních hodnot by bylo zapotřebí také zaznamenávat základní informace o jednotlivých vozidlech, zejména tedy výkon motoru, objem motoru, rok výroby a počet ujetých kilometrů. Takováto data by bylo vhodné na

daných emisních stanicích sbírat alespoň po dobu dvou roků. Na základě takovýchto informací by pak bylo možné určit emisní limity jak pro osobní, tak pro nákladní automobily. Limity by byly také přirozeně odstupňovány dle roku výroby jednotlivých vozidel, nebo dle emisních norem EURO. U nově uváděných vozidel do provozu by bylo možné určit emisní limity přímo při homologační zkoušce. Po provedení měření emisí při homologační zkoušce popsané v kapitole 1, by se provedlo měření zařízením a způsobem určeným pro pravidelné měření emisí vozidel v provozu. Na základě těchto výsledků, ke kterým by se přičetly určité hodnoty, jež by zohledňovaly přesnost analyzátorů, určité povolené opotřebení a degradaci motoru a emisních systémů, by se pak pro daný typ vozidla určily mezní limity pro jednotlivé kontrolované složky výfukových plynů.

Důležité je také zmínit, že při použití takovýchto analyzátorů by sice bylo monitorováno množství CO, HC a NO_x, ale nebylo by monitorováno množství PM, což v případě vznětových motorů, které mají oproti zážehovým motorům výrazně větší potenciál tvorby PM (tab. 2.1), není vhodné.

Zachování současné metody měření kouřivosti a doplnit ji o měření množství NO_x

Vzhledem k tomu, že vznětové motory oproti zážehovým produkují daleko víc PM a NO_x a naopak méně CO a HC, byla by tato kombinace měření vhodná. Na první pohled se tento způsob jeví jako jednoduché a rozumné doplnění současné metodiky. Co se týče vybavení, bylo by jako v předchozím případě nejvýhodnější používat upravené analyzátory, které se v současné době používají pro měření emisí zážehových motorů. V případě určování maximálních povolených limitů NO_x by zde byl stejný problém jako v předchozím případě. Celý již popsaný proces potřebný k určení limitů by bylo nutné provést a tím, že by se monitorovaly pouze NO_x, by se nijak výrazně nezjednodušil.

Úprava současné metody měření kouřivosti

Tento způsob by byl výhodný vtom, že by se dal uvést do provozu se stávajícím vybavením emisních stanic. Změny by se týkaly pouze softwarového vybavení, které zajišťuje zaznamenání potřebných dat, vyhodnocení měření a tvorbu protokolu.

Vzhledem k tomu, že základní podstata měření kouřivosti je stejná jako v kapitole 1.1, budu zde popisovat pouze navrhované změny.

Na základě zjištěných skutečností z vlivu otáček motoru na kouřivost navrhuji při měření kouřivosti metodou volné akcelerace povinnost dosáhnout pouze otáček udávaných pro maximální výkon. Nebylo by tedy již zapotřebí při každé akceleraci uvádět motor do

maximálních (omezovacích) otáček. V praxi by to tedy představovalo jednoduchou změnu, kdy by se při zadávání maximálních otáček do měřicího zařízení použily jako spodní hranice otáčky udávané pro maximální výkon.

Další navrhovaná změna při měření se týká času „ta“, za který motor dosáhne maximálních otáček. Vzhledem k tomu, že tato hodnota není ve všech případech výrobcem udávaná, navrhuji maximální dobu „ta“ určit na 3 s pro vozidla kategorie M1 a N1 a 5 s pro vozidla kategorie M2, M3, N2, N3 a T. Dále navrhuji limitovat rozpětí časů „ta“. Zde navrhuji pro osobní i nákladní automobily rozpětí maximálně 1 s. Tyto hodnoty jsem určil na základě praktických zkušeností z měření emisí a na základě provedených experimentů popsanych v kapitole 5. Dále je zde zapotřebí brát v patrnost, že snímače otáček nemají vždy stejně rychlou odezvu na změnu otáček. Zvláště při použití vibračně-hlukového snímání otáček je možné v některých případech pozorovat výrazné rozdíly. Výjimečně mohou tyto snímače způsobit mezi jednotlivými akceleracemi i větší rozdíl hodnot „ta“ než 1 s. U vozidel se systémem OBD, kde jsou otáčky snímány přímo z řídicí jednotky motoru, což je velmi přesné a aktuální v daném čase, by bylo možné časové limity výrazně zpřísnit. Samotný systém OBD však nabízí jinou možnost. Je zde k dispozici signál ze spínače volnoběhu a ze spínače plného sešlápnutí plynu. Je tedy možné měřit čas od rozpojení spínače volnoběhu po sepnutí spínače maximálního sešlápnutí plynu. Jde tedy o měření doby, za kterou obsluha sešlápně plynový pedál, což je při měření kouřivosti podstatnější parametr než samotný čas „ta“. Pro tyto účely navrhuji označení doby sešlápnutí plynového pedálu „tp“ a její délku na maximálně 1 s. Při tak krátkém časovém limitu by nebylo ani nutné určovat maximální hodnotu rozpětí jednotlivých časů „tp“. Také by nebylo zapotřebí měřit „ta“ ani jejich rozpětí. Pokud by byl čas „tp“ překročen, nebyla by naměřená hodnota kouřivosti zaznamenána a akcelerace by se musela provést znovu. Povinně měřit čas „tp“ místo „ta“ navrhuji u vozidel nově uvedených do provozu od 1.1.2007, kdy jsou již všechna vozidla kategorie M a N povinně vybavena systémem OBD.

Další navrhovaná změna se týká určování limitů kouřivosti. Po zkušenostech s výrazným zpřísněním limitů od 1.1.2015 navrhuji u vozidel vyrobených do 31.12.1999 (do emisní normy EURO 2) přičítat k hodnotě „k“ uvedené na štítku hodnotu $0,50 \text{ m}^{-1}$ a u vozidel vyráběných od 1.1.2000 (od emisní normy EURO 3 a výše) hodnotu $0,50 \text{ m}^{-1}$ nepřičítat. U vozidel, která jsou již povinně vybavena DPF, tedy vozidla vyráběná od 1.9.2009 (od emisní normy EURO 5 a výše), pak navrhuji určit jednu univerzální hodnotu,

a to $0,30 \text{ m}^{-1}$. Tím by se výrazně zpřísnila kontrola pro vozidla, u kterých byl DPF odstraněn.

Na základě provedeného experimentu popsaného v kapitole 5.1 navrhuji také změnit maximální povolené rozpětí hodnot kouřivosti. Při měření „k“ v rozmezí $0,00 - 2,50 \text{ m}^{-1}$ navrhuji maximální povolené rozpětí $0,50 \text{ m}^{-1}$ a při měření „k“ větším jak $2,50 \text{ m}^{-1}$ navrhuji maximální povolené rozpětí $0,70 \text{ m}^{-1}$.

Dále navrhuji změnu počtu akcelerací, při kterých se měří kouřivost. Zde jsem vycházel z německého a slovenského modelu a také z vlastních zkušeností. Navrhuji tedy snížit počet akcelerací ze současných čtyř na tři, přičemž průměr kouřivosti při těchto třech akceleracích a současně rozpětí mezi těmito hodnotami nesmí překročit stanovené meze. Dále také nesmí být při jednotlivých akceleracích překročen čas „ta“, jeho rozpětí a u vozidel se systémem OBD čas „tp“. Pokud by některý z parametrů nevyhovoval, mohlo by se přistoupit k další akceleraci, přičemž by se počítalo vždy pouze s posledními třemi. Dále také navrhuji stejně jako u slovenského modelu omezit celkový počet akcelerací na 12, což ve své podstatě reprezentuje 4 kompletní sady měření. Pokud z dvanácti akcelerací nejsou alespoň tři po sobě jdoucí s vyhovujícími parametry, je celkem bezvýznamné přidávat další akcelerace. Ve většině případů se ke kladnému výsledku stejně nedojde a dochází pouze ke zbytečnému vytáčení motoru.

6.2.1 Shrnutí navržené metodiky

Jednotlivé kroky při měření emisí:

- Kontrola palivové, výfukové a sací soustavy.
- Kontrola těsnosti motoru.
- Kontrola hladiny mazacího oleje a chladicí kapaliny.
- Dotaz na provádění údržby.
- Kontrola funkce řídicího systému motoru.
- Kontrola seřízení motoru.
- Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot.

Kontrola palivové, výfukové a sací soustavy

Kontroluje se, zda jsou soustavy kompletní, těsné a zda na nich nebyl proveden oproti původnímu provedení neoprávněný zásah. Kontrola se provádí pouze vizuálně, případně poslechem bez demontáže jakýchkoli částí. Je možné demontovat pouze vrchní kryt motoru. V případě zjištění závad nebo neoprávněných zásahů se v kontrole dále nepokračuje.

Kontrola těsnosti motoru

Při běžícím motoru se vizuálně zkontroluje, zda nedochází k úniku provozních kapalin. Pokud k úniku dochází, v kontrole se dále nepokračuje a vozidlo se vyhodnotí jako nezpůsobilé.

Kontrola hladiny mazacího oleje a chladicí kapaliny

Při vypnutém motoru se jednoduchým způsobem dle konstrukčních možností jednotlivých vozidel provede kontrola hladiny oleje a chladicí kapaliny. V případě nedostatečného množství těchto provozních kapalin se v kontrole dále nepokračuje.

Dotaz na provádění údržby

Pracovník provádějící měření emisí se zeptá osoby, která vozidlo ke kontrole přistavila, zda jsou na vozidle prováděny pravidelné údržbové zásahy. Dále tuto osobu informuje, že pokud pravidelná údržba není prováděna nebo tato informace není známa, vzniká při následných akceleracích vážné nebezpečí poškození motoru. V případě, kdy pravidelná údržba na vozidle není prováděna nebo není tato informace známa, je pracovník provádějící měření emisí oprávněn odmítnout v kontrole dále pokračovat.

Kontrola funkce řídicího systému motoru

Tato kontrola se provádí pouze u elektronicky řízených systémů. Provede se napojení vozidla přes diagnostickou zásuvku k diagnostickému přístroji, kterým se vyčte paměť závad. Pokud jsou v paměti zapsány nějaké statické závady (nelze je vymazat, nebo se ihned po vymazání znovu objeví), v kontrole se dále nepokračuje a vozidlo se vyhodnotí jako nezpůsobilé.

U vozidel se systémem OBD, povinně u všech vozidel kategorie M a N nově uváděných do provozu od 1.1.2007, se vyčte paměť závad, Readinesscod, zkontroluje se funkce kontrolky závad a vyčte se VIN. Tyto údaje jsou automaticky zaznamenávány do protokolu. Pokud by v paměti závad byla zaznamenána statická závada, kontrolka závad by byla nefunkční nebo by nebylo možné ani po opakovaných pokusech navázat komunikaci

se systémem OBD, v dalším postupu se nepokračuje a vozidlo se vyhodnotí jako nezpůsobilé. Pokud v paměti závad nejsou zapsány žádné statické závady, kontrolka závad je funkční a Readinesscode obsahuje samé nuly (všechny prověřované systémy prošly úspěšně testem), k dalším krokům se nepřistupuje a vozidlo se vyhodnotí jako způsobilé. Pokud však Readinesscode neobsahuje samé nuly, přikročí se k dalšímu kroku.

Kontrola seřízení motoru

Při zahřátém motoru na provozní teplotu (dle údajů výrobce, pokud není udávaná minimálně 80 °C) se provede kontrola volnoběžných a maximálních otáček. Volnoběžné otáčky musí být v rozmezí stanovené výrobcem a chod nesmí být kolísavého charakteru. Při kontrole maximálních otáček pomalu stlačujeme plynový pedál až do maximální polohy a sledujeme narůstání otáček. Spodní hranice maximálních otáček je určena otáčkami při maximálním výkonu a horní hranice je určena výrobcem. Pokud jsou volnoběžné otáčky mimo rozsah nebo nadměrně kolísají, nebo maximální otáčky nedosáhnou ani na minimální hodnotu, v dalším postupu se nepokračuje. Pokud se maximální otáčky pohybují nad maximální hranicí, kontrola se ukončí a vozidlo se vyhodnotí jako nezpůsobilé. U všech vozidel kategorie M a N nově uváděných do provozu od 1.1.2007 (vozidla se systémem OBD) se musí ke snímání teploty a otáček motoru využívat systém OBD.

Při tomto kroku se také provádí kontrola motoru poslechem. Pokud se z běžícího motoru ozývají nestandardní zvuky, nebo je motor výrazně hlučnější, než je obvyklé, je obsluha emisní stanice oprávněna měření přerušit.

Měření kouřivosti motoru a vyhodnocení naměřených hodnot

Měření kouřivosti se provádí měřením součinitele absorpce světla (k) při volné akceleraci. Vzorek spalín je nasáván do opacimetru a při rychlém sešlápnutí plynového pedálu je zaznamenána maximální hodnota „k“ a čas „ta“, za který motor akceleruje z volnoběžných do maximálních otáček. Toto měření se provede minimálně třikrát, přičemž mezi jednotlivými akceleracemi je pauza 15 s. Průměrná hodnota z těchto tří naměřených hodnot kouřivosti nesmí překročit stanovenou mez a současně nesmí být překročena mez mezi nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou (rozpětí). Dále také nesmí být překročena stanovená mez u „ta“ a její rozpětí.

Maximální povolené hodnoty „k“:

- 4 m^{-1} u vozidel vyrobených do 31.12.1980
- hodnota uvedená na štítku nebo v technické dokumentaci + $0,50 \text{ m}^{-1}$ u vozidel vyrobených po 1.1.1981 do 31.12.1999 (do emisní normy EURO 2)
- hodnota uvedená na štítku nebo v technické dokumentaci u vozidel vyrobených od 1.1.2000 do 31.8.2009 (od emisní normy EURO 3 do EURO 4)
- $0,30 \text{ m}^{-1}$ u vozidel vyrobených od 1.9.2009 a výše (od emisní normy EURO 5 a výše, vozidla s DPF)

Maximální povolené rozpětí hodnot „k“:

- $0,50 \text{ m}^{-1}$ při měření „k“ v rozmezí $0,00 - 2,50 \text{ m}^{-1}$
- $0,70 \text{ m}^{-1}$ při měření „k“ větším jak $2,50 \text{ m}^{-1}$

Maximální povolená hodnota „ta“:

- 3 s pro vozidla kategorie M1 a N1
- 5 s pro vozidla kategorie M2, M3, N2, N3 a T

Maximální povolené rozpětí hodnot „ta“ je u všech vozidel 1 s.

U vozidel se systémem OBD, povinně u všech vozidel kategorie M a N nově uváděných do provozu od 1.1.2007 se neměří „ta“ ani jeho rozpětí, ale pouze čas, za který se sešlápne plynový pedál z volnoběžné polohy do maximální. Tento čas se značí „tp“ a nesmí být u žádného vozidla větší jak 1 s.

Pokud jsou některé povolené hodnoty překročeny, je možné přidat další akceleraci, přičemž jsou započítávány vždy pouze poslední tři. Maximální počet akcelerací je 12.

7. Závěr

Ke zpracování tohoto tématu mě inspirovala skutečnost, že současná metodika měření emisí nebere příliš v potaz pokrok, ke kterému v automobilovém průmyslu od konce devadesátých let došlo. Také nebylo od vzniku současné metodiky, až na výjimky, reagováno na nedostatky, které se přirozeně postupem času při dlouholeté praxi v metodice projevovaly. Dá se tedy říci, že současná metodika odpovídá zkušenostem a vozidlům z doby jejího vzniku. Od 1.1.2015 sice vešla v platnost nová vyhláška, která metodiku částečně změnila, ale jde pouze o drobné změny, které postup emisní kontroly ve své podstatě téměř nezměnily.

Pro navržení nové metodiky jsem vycházel z vlastních zkušeností se současným stavem v ČR a také jsem vycházel z metodik, které se používají v některých sousedních zemích. Z důvodu dobrého přístupu k potřebným informacím jsem si ze zahraničních metodik vybral slovenský a německý model. Ve svém základu jsou všechny tyto metodiky stejné. Vždy jde o měření kouřivosti metodou volné akcelerace. Rozdílů jsou v potřebných počtech akcelerací, v limitech rozpětí mezi jednotlivými naměřenými hodnotami kouřivosti, v limitování času „ta“ a jeho rozpětí. Pro zhodnocení a navržení vhodného limitu pro rozpětí jednotlivých naměřených hodnot „k“ jsem vycházel z přesnosti běžně používaných měřících zařízení a z provedeného experimentu. Na základě vyhodnocení tohoto experimentu je zjevné, že současný limit rozpětí $0,25\text{ m}^{-1}$ je nevhodně nízký. Při takto nízkém limitu pak může docházet k tomu, že je vozidlo chybně vyhodnoceno jako nezpůsobilé, nebo je zapotřebí provádět daleko víc akcelerací. Z tohoto důvodu jsem se přiklonil k limitu $0,50\text{ m}^{-1}$, který je používán jak v Německu, tak i na Slovensku. Další problematika při měření kouřivosti se týká času, za který se při měření kouřivosti stlačí plynový pedál z volnoběžné do maximální polohy. Tento čas je běžně při měření reprezentován časem „ta“, tedy časem, za který motor akceleruje z volnoběžných do maximálních otáček. Z experimentu je zřejmé, že pokud stlačujeme plynový pedál rychle, je naměřená hodnota kouřivosti větší, než když ho stlačujeme velmi pomalu. Pokud tedy měříme maximální hodnotu kouřivosti, je velmi důležité stlačovat plynový pedál co nejrychleji. Proto jsem v návrhu nové metodiky doporučil limitovat jak čas „ta“, tak jeho rozpětí. Dále doporučuji snížit potřebný počet měření (akcelerací) ze čtyř na tři a současně omezit maximální počet akcelerací na 12, čímž by se zamezilo praxi, kdy se může teoreticky vozidlo měřit tak dlouho, dokud se nedoručí ke kladnému výsledku. Takový

kladný výsledek z měření kouřivosti je pak více náhodou než skutečným obrazem dobrého emisního stavu vozidla.

Dále se v této práci zabývám možností měřit místo kouřivosti jednotlivé plynné škodliviny jako v případě zážehových motorů. Z hlediska přístrojového vybavení by tento způsob byl realizovatelný. Po menších úpravách by bylo možné použít analyzátory, které se v současné době běžně používají pro měření emisí zážehových motorů. Problém však nastává v určení limitů pro jednotlivé škodlivé složky. Pro zodpovědné určení limitů pro jednotlivé škodliviny by bylo zapotřebí provést řadu experimentů a sběrů dat, což by představovalo nemalé finanční i časové náklady. Dále je také nutné zmínit, že tyto analyzátory nejsou schopny měřit množství PM. Při tomto způsobu měření emisí by tedy bylo monitorováno množství CO, HC a NO_x, ale ne PM, což u vznětových motorů jako významném producentovi PM není přípustné. V podstatě by to znamenalo, že by tento způsob měření emisí mohl být jenom jako doplněk ke stávajícímu měření kouřivosti. Taková emisní kontrola by pak byla oproti současnému stavu výrazně dražší. Osobně jsem zastáncem varianty, kdy by se metodika měnila tak, aby nám výsledek z měření dával co nejrealnější obraz o emisním chování vozidla, ale současně, aby to nezpůsobovalo výrazné navyšování ceny, tedy s využitím současného vybavení. S využitím opacimetru měříme sice pouze množství PM, ale to nám současně dává určitý obraz o kvalitě spalování, a tedy i o produkci CO a HC, ne však o produkci NO_x, což je zapotřebí si při měření emisí opacimetrem uvědomit. Pokud bychom však uvažovali o monitorování NO_x při emisní kontrole, je vhodné se nad tím zamyslet v souvislosti se systémem OBD. Systém OBD byl primárně vyvinut k tomu, aby soustavně monitoroval celkové emisní chování vozidla, a již řadu let se jim povinně vybavují všechna nově vyráběná vozidla kategorie M i N. V souvislosti s tím se tedy domnívám, že by se mělo systému OBD využívat a případně ho i zdokonalovat. Pokud by tedy v budoucnu emisní kontrola spočívala pouze v kontrole pomocí systému OBD, šlo by o kontrolu jednoduchou, rychlou, s využitím již existujícího vybavení a tedy i levnou. Postupem času, jak by se obnovoval vozový park, by pak u většiny vozidel mohla emisní kontrola spočívat pouze v jednoduchém připojení diagnostického přístroje k vozidlu a klasické měření kouřivosti, nebo případné měření množství jednotlivých plynných škodlivin, by se provádělo jen výjimečně u starších vozidel.

Seznam použitých podkladů a literatury

- [1] Papoušek, M.; Štěrbá, P.: Diagnostika spalovacích motorů. Brno: Computer Press 2007, ISBN 978-80-251-1697-5
- [2] Pošta, J; a kolektiv: Opravárenství a diagnostika III. Praha: Informatorium 2003, ISBN 80-7333-017-2
- [3] Ferenc, B.: Spalovací motory. Praha: Computer Press 2004, ISBN 80-251-0207-6
- [4] Křivda, V., Šíroký, J.: Zpracování podkladů pro projekty a diplomové práce, skriptum VŠB – TU Ostrava, FS, 2006, ISBN 80-248-1269-X
- [5] Lolek, K.: Hodnocení vstřikovacích systémů vznětových motorů, bakalářská práce VŠB – TU Ostrava, FS, 2012
- [6] Abgasuntersuchung. Bonn: TAK 2011
- [7] Vyhláška č. 302/2001 Sb. O technických prohlídkách a měření emisí vozidel
- [8] Vyhláška č. 342/2014 Sb. O technických prohlídkách a měření emisí vozidel
- [9] Metodickým pokynem č. 30/2014 ministerstva dopravy, výstavby a regionálního rozvoje Slovenské republiky
- [10] VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2007
- [11] VOŠ a SŠ automobilní Zábřeh, školící materiály, 2011
- [12] Dohnal, L.: Analýza rozptylu - ANOVA. Dostupné na WWW:
<http://www1.lf1.cuni.cz/~ldohna/publik/Kap_7_ANOVA.pdf>

Poděkování

Hlavní poděkování bych chtěl vyjádřit svým rodičům, kteří mě ve vzdělávání podporují. Děkuji také vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Michalu Richtářovi, Ph.D. za vstřícný přístup a poskytnutí nezbytných informací pro tvorbu této práce. Dále děkuji jednateři společnosti Autocentrum Zábřeh s.r.o. Josefu Kašparovi za umožnění využít vybavení stanice měření emisí. Rovněž děkuji Ing. Pavlu Štěrbovi, pracovníkovi TÜV SÜD Czech, za odborné konzultace a všem, kteří mi poskytli vozidla k experimentům.

Přílohy

Informace k přílohám

V příloze č. 1 jsou protokoly o měření emisí vozidla BMW 330

V příloze č. 2 jsou protokoly o měření emisí vozidla AUDI A3

V příloze č. 3 jsou protokoly o měření emisí vozidla ŠKODA OCTAVIA I

V příloze č. 4 jsou protokoly o měření emisí vozidla AUDI A6

V příloze č. 5 jsou protokoly o měření emisí vozidla ŠKODA OCTAVIA II

Příloha č. 1



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 330 XD	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 306 D1	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 265613km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 2,00

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 650 - 850

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4450 - 4900

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	750	4880	2,07	2,27
2.	750	4880	1,93	1,71
3.	750	4880	1,93	1,43
4.	750	4880	1,81	1,45
Průměr			1,93	1,71
Rozpětí			0,26	0,84

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 20

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 750

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4880

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,84

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,71

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 24.4.2015 17:36

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 330 XD	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 306 D1	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 265613km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 2,00

Volnoběžné otáčky[min^{-1}]: 650 - 850

Otáčky regulace[min^{-1}]: 4450 - 4900

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	750	4880	1,97	1,58
2.	750	4880	2,16	1,76
3.	750	4880	2,19	2,07
4.	750	4880	2,08	2,09
Průměr			2,10	1,88
Rozpětí			0,22	0,51

Teplota motoru[°C]: 20

Naměřené volnoběžné otáčky[min^{-1}]: 750

Naměřené otáčky regulace[min^{-1}]: 4880

Naměřené rozpětí kouřivosti[m^{-1}]: 0,51

Výsledná hodnota kouřivosti [m⁻¹]: 1,88

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **24.4.2015 17:51**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 330 DX	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 306 D1	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 265613km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 2,00

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 650 - 850

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4450 - 4900

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	750	4880	2,04	0,83
2.	750	4880	1,93	0,92
3.	750	4880	2,01	0,88
4.	750	4880	1,93	0,92
Průměr			1,98	0,89
Rozpětí			0,10	0,09

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 21

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 750

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4880

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,09

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,89

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **24.4.2015 18:10**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 330 DX	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 306 D1	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 265613km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 2,00

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 650 - 850

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4450 - 4900

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	750	4880	4,40	0,09
2.	750	4880	3,23	0,10
3.	750	4880	4,68	0,11
4.	750	4880	5,75	0,13
Průměr			4,52	0,11
Rozpětí			2,52	0,04

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 750

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4880

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,04

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,11

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 24.4.2015 18:16

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 330 DX	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 306 D1	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 265613km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 2,00

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 650 - 850

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4450 - 4900

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	750	4880	4,06	0,08
2.	750	4880	4,05	0,21
3.	750	4880	4,37	0,10
4.	750	4880	4,48	0,09
Průměr			4,24	0,12
Rozpětí			0,43	0,13

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 20

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 750

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4880

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,13

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,12

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 24.4.2015 18:01

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: BMW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 330 XD	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 306 D1	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2001
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 265613km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 2,00

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 650 - 850

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4450 - 4900

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	750	4880	4,88	0,11
2.	750	4880	3,23	0,14
3.	750	4880	4,30	0,12
4.	750	4880	4,85	0,12
Průměr			4,32	0,12
Rozpětí			1,66	0,03

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 20

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 750

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4880

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,03

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,12

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **24.4.2015 17:45**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel

Příloha č. 2



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355



e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A3	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ALH	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 249253km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 860 - 940

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4800 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5000	1,01	0,91
2.	900	5020	0,88	0,62
3.	900	5020	1,04	0,54
4.	900	5000	0,90	0,62
Průměr			0,96	0,67
Rozpětí			0,16	0,37

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 20

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4870

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,37

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,67

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 15:23**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A3	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ALH	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 249253km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 860 - 940

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4800 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5000	1,67	0,35
2.	900	5000	1,04	0,35
3.	900	5000	1,04	0,37
4.	900	5000	1,01	0,38
Průměr			1,19	0,36
Rozpětí			0,66	0,03

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 21

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5000

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,03

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,36

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 25.4.2015 15:46

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A3	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ALH	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 249253km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 860 - 940

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4800 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	4960	1,05	0,32
2.	900	5000	1,02	0,37
3.	900	4980	1,04	0,36
4.	900	5000	1,55	0,35
Průměr			1,17	0,35
Rozpětí			0,53	0,05

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 21

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4950

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,05

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,35

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 25.4.2015 16:03

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A3	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ALH	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 249253km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 860 - 940

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4800 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5000	4,43	0,28
2.	900	5000	5,45	0,21
3.	900	5000	5,22	0,22
4.	900	5100	5,72	0,26
Průměr			5,20	0,24
Rozpětí			1,29	0,07

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 20

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5000

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,07

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,24

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 25.4.2015 15:33

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A3	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ALH	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 249253km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 860 - 940

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4800 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	4960	4,52	0,40
2.	900	5000	2,92	0,34
3.	900	5000	5,65	0,49
4.	910	5000	6,03	0,30
Průměr			4,78	0,38
Rozpětí			3,11	0,19

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 21

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4960

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,19

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,38

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 15:55**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A3	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ALH	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 249253km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 860 - 940

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4800 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5000	6,65	0,19
2.	900	5060	6,69	0,19
3.	900	5000	4,79	0,28
4.	900	5000	6,58	0,20
Průměr			6,18	0,21
Rozpětí			1,90	0,09

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 21

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4960

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,09

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,21

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 16:09**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel

Příloha č. 3



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:



Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ASZ	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2003
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 211490km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 800 - 1000

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4900 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5130	1,49	0,53
2.	900	5100	0,93	0,51
3.	900	5130	1,00	0,51
4.	900	5090	1,00	0,48
Průměr			1,10	0,51
Rozpětí			0,56	0,05

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5090

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,05

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,51

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 16:29**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ASZ	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2003
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 211490km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 800 - 1000

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4900 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5120	0,77	0,55
2.	900	5090	0,92	0,53
3.	900	5100	0,82	0,52
4.	900	5110	0,94	0,45
Průměr			0,86	0,51
Rozpětí			0,17	0,10

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5130

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,10

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,51

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 16:48**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ASZ	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2003
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 211490km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 0,90

Volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 800 - 1000

Otáčky regulace[min⁻¹]: 4900 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min ⁻¹]	nreg [min ⁻¹]	ta [s]	k [m ⁻¹]
1.	900	5090	0,90	0,52
2.	900	5090	0,83	0,44
3.	900	5130	0,92	0,39
4.	900	5090	0,92	0,41
Průměr			0,89	0,44
Rozpětí			0,09	0,13

Teplota motoru [°C]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 900

Naměřené otáčky regulace[min⁻¹]: 5140

Naměřené rozpětí kouřivosti[m⁻¹]: 0,13

Výsledná hodnota kouřivosti [m⁻¹]: 0,44

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 17:02**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ASZ	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2003
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 211490km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 800 - 1000

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4900 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	910	5130	4,48	0,55
2.	900	5170	5,05	0,93
3.	900	5170	4,96	1,04
4.	900	5200	4,19	0,53
Průměr			4,67	0,76
Rozpětí			0,86	0,51

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5130

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,51

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,76

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 25.4.2015 16:39

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ASZ	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2003
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 211490km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 800 - 1000

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4900 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5170	4,20	0,33
2.	900	5210	5,48	0,32
3.	900	5170	3,94	0,29
4.	900	5170	5,72	0,31
Průměr			4,84	0,31
Rozpětí			1,78	0,04

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5140

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,04

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,31

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **25.4.2015 16:55**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ASZ	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2003
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 211490km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,90

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 800 - 1000

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4900 - 5300

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	900	5170	6,41	0,27
2.	900	5150	5,67	0,26
3.	900	5210	4,86	0,25
4.	900	5330	6,24	0,25
Průměr			5,79	0,26
Rozpětí			1,56	0,02

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 900

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 5180

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,02

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,26

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 25.4.2015 17:11

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel

Příloha č. 4



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:



Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A6	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BPP	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 131679km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,30

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 660 - 860

Otáčky regulace [min^{-1}]: 3750 - 4150

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	780	3770	2,69	0,23
2.	780	3770	2,74	0,22
3.	780	3770	2,47	0,22
4.	780	3770	2,71	0,22
Průměr			2,65	0,22
Rozpětí			0,27	0,01

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 780

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 3750

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,01

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,22

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **27.4.2015 16:00**

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:



Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A6	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BPP	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 131679km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 1,30

Volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 660 - 860

Otáčky regulace[min⁻¹]: 3750 - 4150

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min ⁻¹]	nreg [min ⁻¹]	ta [s]	k [m ⁻¹]
1.	780	3760	2,84	0,23
2.	780	3770	2,69	0,22
3.	780	3770	2,65	0,20
4.	780	3750	2,59	0,20
Průměr			2,69	0,21
Rozpětí			0,25	0,03

Teplota motoru [°C]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 780

Naměřené otáčky regulace[min⁻¹]: 3770

Naměřené rozpětí kouřivosti[m⁻¹]: 0,03

Výsledná hodnota kouřivosti [m⁻¹]: 0,21

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **27.4.2015 16:28**

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A6	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BPP	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 131679km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,30

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 660 - 860

Otáčky regulace [min^{-1}]: 3750 - 4150

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	780	3750	2,64	0,18
2.	780	3770	2,62	0,17
3.	780	3770	2,74	0,18
4.	780	3770	2,64	0,16
Průměr			2,66	0,17
Rozpětí			0,12	0,02

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 23

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 780

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 3750

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,02

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,17

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **27.4.2015 16:45**

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A6	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BPP	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 131679km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 1,30

Volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 660 - 860

Otáčky regulace[min⁻¹]: 3750 - 4150

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min ⁻¹]	nreg [min ⁻¹]	ta [s]	k [m ⁻¹]
1.	780	3680	8,36	0,12
2.	780	3770	3,92	0,11
3.	780	3770	4,62	0,11
4.	780	3690	7,47	0,12
Průměr			6,09	0,11
Rozpětí			4,45	0,01

Teplota motoru[°C]: 22

Naměřené volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 780

Naměřené otáčky regulace[min⁻¹]: 3750

Naměřené rozpětí kouřivosti[m⁻¹]: 0,01

Výsledná hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 0,11

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 27.4.2015 16:19

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A6	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BPP	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 131679km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,30

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 660 - 860

Otáčky regulace [min^{-1}]: 3750 - 4150

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	780	3690	5,30	0,11
2.	780	3680	8,22	0,13
3.	780	3770	3,77	0,11
4.	780	3680	7,03	0,16
Průměr			6,08	0,13
Rozpětí			4,45	0,05

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 23

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 780

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 3750

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,05

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,13

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **27.4.2015 16:36**

Za správnost:

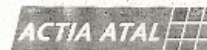
Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: AUDI	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: A6	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BPP	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 131679km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,30

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 660 - 860

Otáčky regulace [min^{-1}]: 3750 - 4150

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	780	3700	6,93	0,10
2.	780	3770	3,88	0,09
3.	780	3770	3,14	0,17
4.	780	3700	7,70	0,10
Průměr			5,41	0,12
Rozpětí			4,56	0,08

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 23

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 780

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 3770

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,08

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,12

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 27.4.2015 16:54

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel

Příloha č. 5



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA Typ vozidla: OCTAVIA Typ motoru: BKD Výr. č. motoru*): Stav poč. ujeté vzdálenosti: 229321km Typ emisního systému: řízený	Druh vozidla: Osobní automobil Kategorie vozidla: M1 Registrační značka: - Rok výroby(1.registrace): 2008 Druh paliva: DIESEL
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 1,20
 Volnoběžné otáčky[min^{-1}]: 760 - 960
 Otáčky regulace[min^{-1}]: 4600 - 5100

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	820	4860	1,10	0,38
2.	830	4880	0,94	0,31
3.	830	4840	0,89	0,32
4.	830	4840	0,79	0,28
Průměr			0,93	0,32
Rozpětí			0,31	0,10

Teplota motoru [°C]: 15

Naměřené volnoběžné otáčky[min^{-1}]: 830

Naměřené otáčky regulace[min^{-1}]: 4740

Naměřené rozpětí kouřivosti[m^{-1}]: 0,10

Výsledná hodnota kouřivosti [m⁻¹]: 0,32

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ
 Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **28.4.2015 16:05**

Za správnost:

Razítko

.....
 Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BKD	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 229321km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,20

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 760 - 960

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4600 - 5100

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	810	4880	2,07	0,19
2.	810	4860	1,10	0,16
3.	830	4860	1,25	0,16
4.	810	4840	1,14	0,16
Průměr			1,39	0,17
Rozpětí			0,97	0,03

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 17

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 830

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4860

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,03

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,17

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 28.4.2015 16:36

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:



Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA
Typ vozidla: OCTAVIA
Typ motoru: BKD
Výr. č. motoru*):
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 229321km
Typ emisního systému: řízený

Druh vozidla: Osobní automobil
Kategorie vozidla: M1
Registrační značka: -
Rok výroby(1.registrace): 2008
Druh paliva: DIESEL

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 1,20

Volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 760 - 960

Otáčky regulace[min⁻¹]: 4600 - 5100

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min ⁻¹]	nreg [min ⁻¹]	ta [s]	k [m ⁻¹]
1.	830	4880	1,13	0,14
2.	810	4850	1,13	0,14
3.	810	4860	1,21	0,15
4.	830	4840	1,25	0,13
Průměr			1,18	0,14
Rozpětí			0,12	0,02

Teplota motoru [°C]: 17

Naměřené volnoběžné otáčky[min⁻¹]: 810

Naměřené otáčky regulace[min⁻¹]: 4830

Naměřené rozpětí kouřivosti[m⁻¹]: 0,02

Výsledná hodnota kouřivosti [m⁻¹]: 0,14

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 28.4.2015 16:47

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BKD	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 229321km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti[m⁻¹]: 1,20

Volnoběžné otáčky[min^{-1}]: 760 - 960

Otáčky regulace[min^{-1}]: 4600 - 5100

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	830	4840	6,62	0,12
2.	810	4840	4,41	0,12
3.	810	4840	5,25	0,12
4.	810	4840	5,03	0,12
Průměr			5,33	0,12
Rozpětí			2,22	0,00

Teplota motoru [°C]: 16

Naměřené volnoběžné otáčky[min^{-1}]: 830

Naměřené otáčky regulace[min^{-1}]: 4910

Naměřené rozpětí kouřivosti[m⁻¹]: 0,00

Výsledná hodnota kouřivosti [m⁻¹]: 0,12

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: **28.4.2015 16:20**

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

Tel:
583 499 495

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355



e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BKD	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 229321km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,20

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 760 - 960

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4600 - 5100

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	830	4840	3,83	0,15
2.	830	4840	5,72	0,14
3.	830	4790	6,74	0,13
4.	830	4840	6,09	0,12
Průměr			5,59	0,14
Rozpětí			2,91	0,03

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 17

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 830

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4840

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,03

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,14

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 28.4.2015 16:55

Za správnost:

Razítko

Lolek Karel



SME nr.
58.09.14

SME: PAS Zábřeh na Moravě a.s.
U Dráhy 828/8
Zábřeh



Tel:
583 499 495

Fax:
583 499 257

GSM:
606 782 355

e-mail:

Příloha k protokolu č.

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: OCTAVIA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: BKD	Registrační značka: -
Výr. č. motoru*):	Rok výroby(1.registrace): 2008
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 229321km	Druh paliva: DIESEL
Typ emisního systému: řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):	

Předepsané hodnoty

Povolená hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 1,20

Volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 760 - 960

Otáčky regulace [min^{-1}]: 4600 - 5100

Naměřené hodnoty

Akc. č.	nvol [min^{-1}]	nreg [min^{-1}]	ta [s]	k [m^{-1}]
1.	830	4840	4,89	0,10
2.	810	4840	5,62	0,22
3.	830	4840	5,31	0,10
4.	830	4840	5,07	0,11
Průměr			5,22	0,13
Rozpětí			0,73	0,12

Teplota motoru [$^{\circ}\text{C}$]: 17

Naměřené volnoběžné otáčky [min^{-1}]: 820

Naměřené otáčky regulace [min^{-1}]: 4830

Naměřené rozpětí kouřivosti [m^{-1}]: 0,12

Výsledná hodnota kouřivosti [m^{-1}]: 0,13

Použitý opacimetr (výrobce, typ): ATAL, AT605 CZ

Použitá sonda: P-1

Datum provedení měření emisí: 28.4.2015 16:42

Za správnost:

Razítko

.....
Lolek Karel